HI-FI & STEREOFONIA? UNA RISATA!

antonio nicolich



IL ROSTRO

HI-FI
E STEREOFONIA?
UNA RISATA!

ING. ANTONIO NICOLICH

HI - FI
E STEREOFONIA?
UNA RISATA!



EDITRICE MILANO

Tipografia Edizioni Tecniche - Milano - Via Baldo degli Ubaldi, 6

INTRODUZIONE

Desideriamo subito rispondere alla eventuale bruciante, demolitrice domanda, che suona condanna inesorabile e definitiva: « Come è venuto in mente all'autore di scrivere questo libercolo, e quel che è peggio all'Editore di stamparlo? »
La domanda, in vero, è solo frutto della mentalità, facile preda del pessimismo, dello scrivente. Comunque ecco la risposta preventiva.
Il contestabile presente volumetto è diretto a coloro, che non essendo radiotecnici specializzati circa la riproduzione dei suoni ad alta qualità, desiderano acquistare con poca o nessuna fatica, le cognizioni fondamentali, che permettono di vederci chiaro, di dare loro la sicurezza di affermare cose giuste e di parteciparle agli altri.
Esso perciò è particolarmente consigliabile ai signori rivenditori di materiale fonico, ai tecnici commerciali, ai produttori e acquisitori, affinché non siano (specialmente questi ultimi) più costretti a ripetere a ogni piè sospinto presso i clienti: « Io non sono un tecnico laureato; io mi interesso solo della parte commerciale. Le manderò il nostro tecnico, che risponderà alle sue domande», o cose del genere.
Poi, il tecnico è quasi sempre irreperibile ed il cliente potenziale si disperde disgustato. Riteniamo che per vendere un prodotto, sia necessario sapere quello che si vuole vendere, come funziona e come si usa. Scopo del presente modesto opus è allora quello di mettere i menzionati personaggi in condizioni di ben figurare, di parlare con cognizione di causa, possedendo i concetti fondamentali dell'alta fedeltà e della stereofonia, senza l'assurda pretesa di divenire tecnici specializzati.
Come svolgere il proposto programma? Una narrazione in forma tra-

dizionale, minacciava di divenire noiosa e scoraggiante, col risultato, spesso raggiunto dai libri tecnici, che dopo la lettura di 15 o 20 pagine, il lettore assesta una leggiadra pedata al libro, mandandolo a giacere malconcio sotto un cantarano, da dove non si darà mai più la cura di estrarlo.

Si è perciò adottata la forma semiseria del dialogo faceto tra un dotto ed un apprendista, forma che ha riscosso e seguita a riscuotere notevole successo oltralpe.

Si deve immaginare una sala convegno, dove un « docente » in cattedra espone in forma spesso umoristica gli argomenti relativi all'alta fedeltà. I discenti sono un gruppo di ascoltatori volutamente ignoranti in materia, ma capaci di ragionamenti propri, che spesso imbarazzano l'istruttore, il quale ha poi sempre la meglio. L'uditore espone i suoi dubbi, che vengono dissipati dall'esperto. Non di rado sorgono discussioni utili, dove pare che tutti abbiano ragione, perché ognuno presenta l'argomento da un suo scorretto punto di vista.

La disciplina tecnica è perciò spiegata in sedici lezioni, senza il minimo intervento della matematica; limitata ad una semplice esposizione di concetti con un linguaggio, che non pretende di essere spiritoso, ma che si giustifica lusingandosi di rendere amena la lettura. Nella lezione XVI, domande e risposte, vengono chiariti alcuni argomenti, che il rivenditore è quasi quotidianamente costretto a trattare (tipi di fonorivelatori, di motorini per giradischi, dB etc.).

Fu il rider sempre mai laudabil cosa: chi vuol fare ad ogni costo dello spirito continuativo senza possedere le superiori doti del vero umorista, diviene insopportabile; tuttavia, particolarmente tra i giovani, i lepidi superano gli arcigni, il facile sorriso trionfa del pensato pianto, il palpito di giocondità illumina i visi gioiosi...

Forse che, antiquis temporibus, la commedia nuova in Atene non « castigabat ridendo mores? »

A. Nicolich

Coro degli uditori discenti:

« Gran rottura di stivali è il dover venire a scuola; fedeltà se tu mi scocci, presto levo questa suola ».

Al suo apparire il Docente è accolto da una potente salva di fischi, insulti, sberleffi e nutriti espettorati. Egli ringrazia sorridendo, agitando entrambe le braccia, s'inchina e manda melliflui baci come una qualsiasi Ninì Tirabusciò. Senza indugi, entra nel vivo della:

INDICE

LEZIONE I

GENERALITA' - L'AMBIENTE DI ASCOLTO

DOCENTE - Alla domanda « Che cos'è l'alta fedeltà? » nella riproduzione dei suoni, si può rispondere ricorrendo alla definizione adottata per l'arte: « Imitazione della natura ». In tempo di contestazioni demolitrici del passato, tale definizione può apparire obsoleta; infatti l'arte pittorica, scultorica attuale ricorre a forme stranissime, che non hanno proprio nulla di naturale.
Facciamo una precisazione necessaria: ciò che è naturale non è necessariamente anche bello.
Esistono mostruosità animali e vegetali da far paura: quando si dice « natura » non si deve intendere solamente il verde del prato, l'azzurro del cielo, l'immensità del mare e il cinguettare degli augelletti, ma si deve abbracciare anche la parte negativa del creato, tutt'altro che modesta. Avete mai osservato con una lente di forte ingrandimento un esapode, un aracnide, una locusta? Provatevi e tenete a portata di mano il whisky (se siete filooccidentali), o la Vodka (se l'oriente vi affascina), ma se siete persone sensibili o affette dal vizio cardiaco: astenetevi.
Orbene, opera dell'artista è di riprodurre ciò che cade sotto i suoi sensi, nel modo più vicino possibile al vero, pur improntando il lavoro della sua personalità artistica, che permetta di distinguere la sua opera da quella di un altro o da una fotografia a colori, che per imitare perfettamente la natura richiede 1/1000 di secondo.
Tutto ciò vale anche per la riproduzione musicale: alta fedeltà è l'arte

di riprodurre un suono in modo che il suono riprodotto sia indistinguibile da quello originale nei suoi tre caratteri fondamentali: intensità, altezza (frequenza) e timbro.

A questo punto vien fatto di chiederci se siano possibili anche nella musica le aberrazioni sopra menzionate per la pittura e la scultura, manifestazioni artistiche per eccellenza. In altri termini, è possibile alterare i rapporti di ampiezza, frequenza, contenuto d'armoniche, fra suono originale e suono riprodotto, in modo da creare effetti nuovi, stonature volute, distorsioni feroci, tali da produrre briglie viscerali, scostandosi di proposito dall'alta fedeltà? La cosa è fattibile, ma si arriverebbe ad una nuova arte sonora? O piuttosto ad una criminosa aberrazione della musica strumentale e del canto? Possiamo assicurare che tentativi del genere sono già stati compiuti nell'ambito della musica jazz, mediante una chitarra elettrica a pedale che esaltava gli acuti di oltre 30 dB riuscendo a creare suoni mai sentiti, ma si tratta di un tentativo isolato morto sul nascere. Le sensazioni auditive così destate sono talmente sgradevoli, che colui che è fornito di gusto musicale rifugge inorridito da esse tappandosi disperatamente le orecchie. « Fare del nuovo » è lodevole, ma bisogna che questo « nuovo » sia migliore o almeno pari al « vecchio » che si vuole demolire. Bisogna che prevalga il buon senso, per accettare la ricerca della novità ed il progresso, ma per rifiutare perentoriamente tutto ciò che è frutto di menti deformate in preda a delirio patologico.

L'alta fedeltà (non intendiamo parlare di quella coniugale) è e rimarrà l'espressione della perfezione nella riproduzione sonora, caratterizzata dall'assenza di distorsioni armoniche e d'intermodulazione, dalla gamma di frequenze riprodotte ben estendentesi oltre i limiti dell'audibilità, dall'assenza di fruscio e rumore di fondo, dalla chiarezza delle voci strumentali ed umane, dalla vastità del campo dinamico, dalla naturalezza del parlato e da mille altre fascinose qualità.

La realizzazione delle apparecchiature di alta fedeltà è tutt'altro che semplice, anche se tra le costruzioni radio-TV-elettroniche sia la più abbordabile dagli appassionati, ed è affidata a tecnici di alto livello, la mente dei quali deve essere dotata di così vasta elasticità da saper fondere armonicamente la tecnica con l'arte e la poesia. E' ciò possibile? Non vi è in questo punto di partenza un dissidio insanabile, uno scontro di mentalità incompatibili? Il timore è legittimo; ma la risposta lo smentisce: sì, l'uomo è capace di accoppiare la fredda precisione matematica alle sublimi ispirazioni del più puro sentimento poetico.

L'accoppiamento fra arte e tecnica è indispensabile nella musica più

che in altre manifestazioni artistiche. Basti pensare al rigore con cui gli orchestrali devono rispettare il tempo. Che cosa sarebbe un'esecuzione concertistica se i singoli esecutori non agissero con la precisione del millisecondo?

Questo sincronismo non è facile da ottenere e mette a dura prova i nervi degli esecutori, che soffrono e penano in misura spesso non immaginabile.

Il poeta stesso deve contare le sillabe e collocare gli accenti al giusto posto, altrimenti il suo lavoro non può essere un componimento poetico. Allora il sogno d'altri tempi riappare in tecnicolor con quell'arte splendida, che forse in cielo ha norma, franca dai rudi vincoli del metro e della forma, che fa batter le ali, ma che non si può seguire.

Poiché all'egra fantasia manca possa, volgiamo il « disio e il velle » ad immagini più concrete, senza movere « il sole e l'altre stelle ».

Ostracismo alla magniloquenza, rispondiamo pedestremente alla insidiosa domanda: Quali sono le condizioni ambientali e tecnicofunzionali per ottenere l'ascolto ad alta fedeltà?

Una risposta decente comporterebbe un volume di almeno 500 pagine, dovendo toccare i seguenti argomenti: apparecchiature (sintonizzatori, preamplificatori, amplificatori di potenza, registratori a nastro, giradischi, altoparlanti, mobili diffusori, schermi acustici, bass reflex, trombe, altoparlanti, apparati stereo); ambiente (scelta, disposizione degli altoparlanti, acustica ambientale, posizionamento del woofer e dei tweeter etc); fondamenti di progettazione (tralasciamo di enunciare i titoli dei capitoli); stile del mobilio (moderni e antichi, disposizione asimmetrica etc); materiali (qualità dei legni); costruzione (ingombri, disegni, tagli dei legni, seghe, giunzioni, tenuta all'acqua, all'alcool, agli oli per lucidatura, riempitivi, assorbenti acustici, finitura alla pistola a spruzzo, laccatura, ritocchi etc); ritocchi, riparazioni e rifinitura con vernici e colori; estetica degli apparati funzionali e flessibilità per eventuali varianti; considerazioni legali e assicurative, interconnessione dei componenti; influenza delle condizioni climatiche e degli agenti atmosferici, tropicalizzazione; disturbi, rumorosità, interferenze, fischi, reazioni; correzione dell'ambiente mediante filtri passa basso; reazione elettronica ed acustica; riverberazione, risonanze.

L'elenco potrebbe continuare a lungo.

Un programma così imponente richiederebbe un « Corso Hi-Fi » di specializzazione, ma rimandiamo lo studente desideroso di documentarsi in proposito alle opere tecniche assai numerose nelle librerie. Qui dobbiamo limitarci a minimi cenni sull'ambiente d'ascolto e sulla disposizione degli altoparlanti in esso.

1. Scelta dell'ambiente

La prima cosa è di stabilire quale stanza intendete adibire all'impianto di alta fedeltà. Esclusi il bagno e la cucina per evidenti ragioni, si può escludere anche le camere da letto e la stanza da pranzo. Rimangono tre possibilità: il locale di soggiorno, (eventualmente combinato con quello da pranzo), lo studio, e il locale di trattenimento.
Generalmente si sceglie il locale di soggiorno come centro di controllo e di ascolto domestico. S'intende che la miglior cosa è di avere a disposizione un locale apposito vasto e acusticamente preparato, ma questo non è generalmente il caso. Per l'ascolto, il criterio di scelta sta nelle dimensioni e nelle proprietà acustiche. Bisogna anche fare attenzione che il locale non sia eccessivamente frequentato e che in esso non si verifichi un continuo va e vieni con stropiccio di piedi e passi pesanti. Se vi sono bambini, il locale di soggiorno può non prestarsi ad accogliere l'impianto sonoro. Se in detto locale c'è una sola persona interessata alla musica, tale persona può riuscire scocciante per gli altri componenti della famiglia. In simili casi è meglio sfruttare un locale riservato o pensatoio, ovvero lo studio. La difficoltà relativa al pensatoio è che esso è uno sgabuzzino troppo piccolo e acusticamente inservibile. Migliore appare il locale di trattenimento o salotto (se lo possedete) generalmente abbastanza grande e di buona acustica. Se il salotto non ha tendaggi o tappeti può risultare un po' troppo « vivo » acusticamente e richiede un certo trattamento per attenuare la riverberazione.
Il Signor Antigone prende la parola senza chiederla: - Io abito nel mattatoio pubblico, dove mi consiglia d'installare l'impianto di alta fedeltà?
DOCENTE - Sulla piazza, attirerà molta gente e avrà il vantaggio di riscuotere cospicue mance.

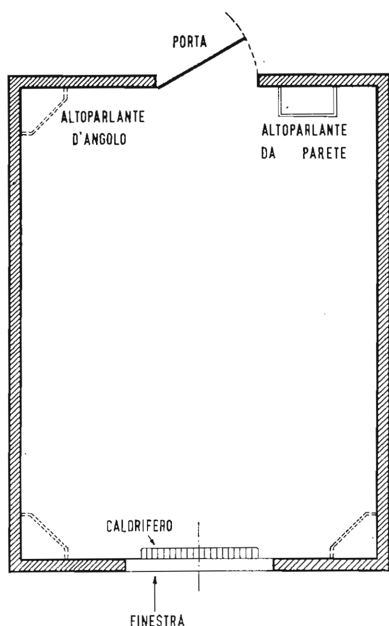
2. Disposizione degli altoparlanti

Una volta scelto il locale, dopo aver ponderato le attività domestiche, che non devono in nessun caso essere disturbate dall'impianto Hi-Fi, bisogna considerarlo dal punto di vista della disposizione degli altoparlanti e degli apparecchi associati, tenendo presenti i tipi di diffusori acustici che intendete impiegare.
Dal punto di vista musicale, la considerazione più importante è quella dell'acustica. Un impianto può essere predisposto in un modo qualsiasi,

dal più leggiadro al più disgustoso esteticamente, senza provocare la benché minima variazione nella qualità del suono, purché si osservino le stesse precauzioni acustiche. La prima considerazione acustica è l'ottenimento di un buon adattamento fra gli altoparlanti e il tipo di ambiente in cui intendete disporli.

3. Forme del locale

Bisogna poi stabilire dove disporre gli altoparlanti nell'ambiente per ottenere i migliori risultati. Spesso il locale è rettangolare, talvolta a forma di L. Non conviene imitare quel tale che costruì una casa a forma di S, con il risultato che in ogni locale c'erano almeno due pareti curve. Se abitate in una casa a S, non abbattetela, chiamate piuttosto un consulente in acustica, che la troverà interessantissima e rimedierà a ogni cosa. Come regola di orientamento, si può disporre in un locale rettangolare un diffusore angolare (triangolare) in ciascuno dei quattro angoli con eguale buon esito, mentre un diffusore da parete funziona meglio quando sta al centro di una parete corta. Questa regola è una bella cosa, ma in molti casi vi lascerà interdetti, perché non tiene conto di porte, finestre, caloriferi etc. Supponiamo che il vostro locale sia perfettamente rettangolare e che vogliate disporvi un altoparlante da parete. L'inconveniente è che nella stanza vi sono una porta e una finestra, generalmente al centro delle due pareti minori parallele, sotto la finestra vi è di solito il calorifero. In simili condizioni non vi sarà possibile piazzare l'altoparlante in mezzo ad una delle pareti corte; se lo metteste sotto la finestra, non potreste disporlo sotto il davanzale senza tagliargli le gambe per tenerlo abbastanza basso, inoltre l'altoparlante si troverebbe proprio davanti al radiatore del riscaldamento, posto ben poco desiderabile da mettere un mobile, che verrebbe danneggiato dal calore; c'è di più, il diffusore acustico bloccherebbe il calore del radiatore rendendolo inefficiente. E' chiaro che non potete nemmeno disporre l'altoparlante in mezzo alla porta sull'altra parete corta. Che far dunque? Ricordando ancora che l'altoparlante lavora meglio sulla parete corta, bisogna scartare quelle lunghe, allora l'unica cosa da fare è di disporlo di fianco alla porta come indica la fig. 1.
Consideriamo un altro caso pure sfavorevole. Supponiamo che vogliate mettere un altoparlante angolare in una stanza rettangolare avente una porta in un angolo, un calorifero in un altro, un divano curvo che ricopre il terzo angolo e il quarto angolo occupato da un



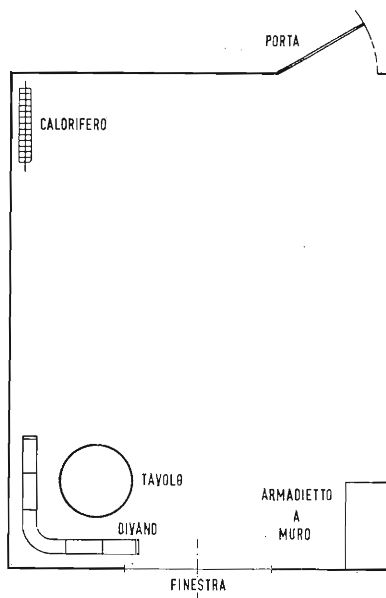


Fig. 1 - Quando le pareti corte cono disponibili, si possono adottare diffusori d'angolo, oppure un altoparlante da parete posto fuori centro di una parte corta.

Fig. 2 - Tutti gli angoli del locale sono occupati, quindi non si può usare un altoparlante d'angolo.

armadietto a muro; non è possibile disporre un altoparlante d'angolo (v. fig. 2).

Allora conviene imitare la volpe, notoriamente furbissima, che non potendo raggiungere i polli al di là di un muro troppo alto, rinunciò a mangiare i bipedi; bisogna che voi rinunciate all'altoparlante angolare e, facendo un geniale ripensamento, rivediate tutto il vostro impianto acustico. Vi conviene mettere al centro della parete corta con la porta un diffusore di tipo da parete come in fig. 3. Sfortunatamente non posso fornirvi abbastanza esempi di diverse disposizioni di porte, finestre, caloriferi etc, per trattare tutti i possibili casi, e suggerirvi le migliori soluzioni. Bisogna che ognuno si affidi al suo buon senso per arrivare al migliore compromesso possibile, quando esista e riconoscere un'impossibilità quando si presenti realmente.

In un locale a forma di L, la miglior posizione per un altoparlante da

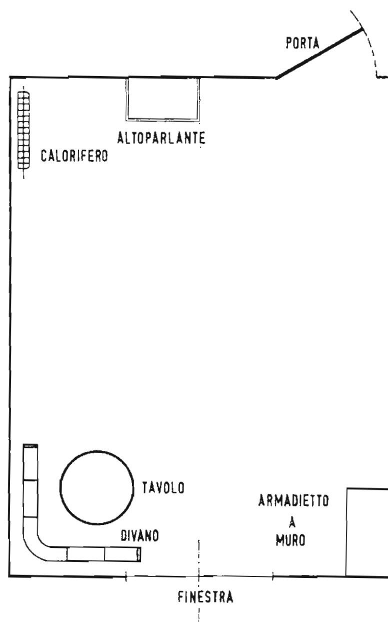
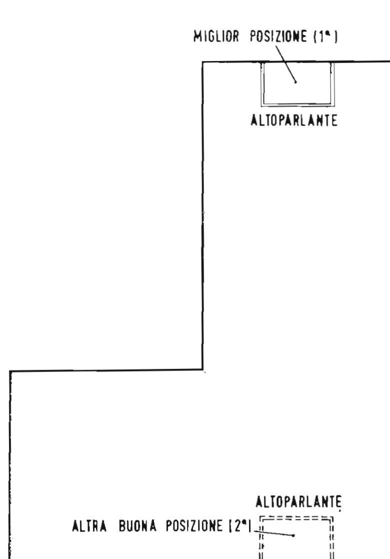


Fig. 3 - Se non si vuole buttare fuori il divano, l'unica soluzione nel caso della fig. 2 è l'adozione di un altoparlante da parete.

parete sta generalmente al centro della parete più corta, che termina la parete più lunga della L (v. fig. 4). Se entrambe le pareti della L sono lunghe eguali, sfruttate un angolo. Nel caso di un diffusore angolare in un locale a L con i due rami di diversa lunghezza, la miglior disposizione è nell'angolo che guarda diagonalmente verso il braccio più corto della L (v. fig. 5). Un'altra soluzione consigliabile è data dall'angolo costituente l'incontro dei due rami della L.

Per l'ascolto, è conveniente disporsi non troppo vicino agli altoparlanti, ma ad una distanza da 1,8 a 2,5 metri o maggiore. Non è sempre vero che l'audizione sia tanto migliore, quanto più discosto sia l'ascoltatore dall'altoparlante; in molti casi ciò non risponde a verità; tuttavia si può ritenere, in linea di massima, che quanto più lontano si sta dall'altoparlante, tanto migliore è la distribuzione acustica e l'equilibrio sonoro. Altra precauzione, non sedersi in una posizione che faccia un grande angolo con la direzione in cui è puntato l'altoparlante. Si cerchi di mettersi entro un angolo massimo di 45° rispetto all'asse dell'alto-



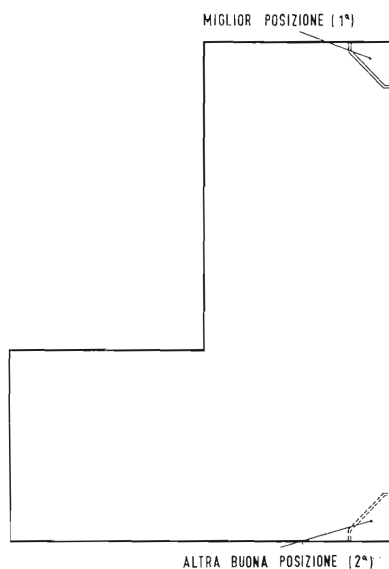
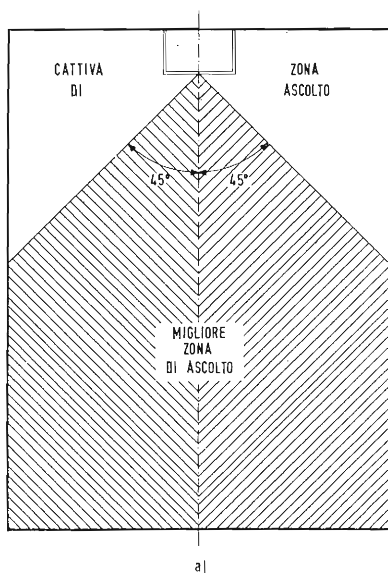


Fig. 4 - Prima e seconda miglior posizione per un altoparlante da parete in un locale ad « L ».
Fig. 5 - Prima e seconda miglior posizione per un altoparlante d'angolo in un locale ad « L ».



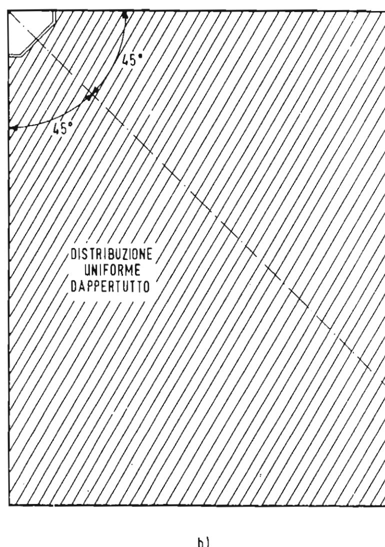


Fig. 6 - Distribuzione approssimativa del suono per un altoparlante: a) da parete; b) da parete d'angolo.

parlante (fig. 6). Poiché i suoni di alta frequenza sono molto direzionali, si propagano in linea retta, vengono facilmente assorbiti e non si diffondono bene nell'ambiente.
Con la maggior parte degli impianti di altoparlanti, appena ci si sposta lateralmente, le alte frequenze risultano fortemente attenuate.
Un uditore chiede la parola.
UDITORE - Sono un laureando in gruppo. Il tema della tesi di laurea è « Studiare la propagazione dei suoni in un mezzo mobile ». Ho già segato in due l'armadio della mia stanza, mi ci sono collocato raggomitolandomi con gran pena, ho atteso pazientemente ore ed ore, ma lì dentro non si propaga niente. Come farò a sostenere l'esame di laurea?
DOCENTE - Rinunci al serto d'alloro e si procuri una bancarella della frutta e verdura, dove potrà studiare la propagazione delle cucurbitacee e sulla quale potrà agevolmente riposare.
UDITORE - Guardi che non è che io sia tonto, perché i miei compagni hanno segato chi il letto, chi il tavolo, chi la libreria, tutti con lo stesso risultato negativo.
DOCENTE - Insisto per la tavola a due ruote; una tavola per ogni componente del gruppo laureandi, e abbordo un argomento di sommo interesse.

4. L'acustica dell'ambiente

Non è solo la posizione nella stanza in cui viene posto l'altoparlante a influire sulle caratteristiche del suono riprodotto, altri fattori vi concorrono.
Per esempio, in un ambiente troppo riverberante (vivo, nel gergo acustico), un suono emesso in un certo istante non si è ancora spento quando viene emesso un secondo suono, con il risultato che i due suoni si sovrappongono in un unico suono confuso e sgradevole. Spesso questo genere di inconveniente viene imputato all'impianto sonoro, mentre il colpevole è l'ambiente.
Ci sono diversi modi di misurare e di calcolare l'esatto tempo di riverberazione di un locale; dopo di che, conviene controllare questo tempo mediante un grafico che dia il tempo di riverberazione ottimo in funzione della cubatura del locale, per constatare ciò che si è ottenuto in luogo di ciò che si pensava di ottenere.
Ma questi metodi sono alquanto elaborati e non agevoli da mettere in pratica da parte di un Tizio che voglia indagare come avvenga la ri-

produzione musicale entro le sue pareti domestiche. Se il Tizio rileva che i suoni riprodotti sono confusi, ed è assalito dal fiero dubbio che la colpa sia del locale, provi a mettersi al centro del medesimo e cominci a parlare, o meglio, a battere le mani. Se il suono persiste nella stanza per parecchi secondi dopo l'emissione, è segno che l'ambiente è troppo vivo. Se inoltre il sullodato Tizio si guarda d'attorno e constata che vi sono pochi mobili ed una quantità di superfici riflettenti, come pavimenti di marmo senza tappeti, o pareti lisce a cementite, si convincerà maggiormente che la sua casa è eccessivamente viva acusticamente.
A questo punto è consigliabile far ripetere le prove pregando un Sem pronio di volersi gentilmente prestare per eseguirle; se Sempronio conferma i risultati, il Tizio ha la certezza della incolpabilità del suo ambiente.

Per rimediare, gli conviene procurarsi vari ettometri quadrati di tappeti, pesanti coperte, ricchi tendaggi etc. e disporli artisticamente sul pavimento, lungo le pareti, davanti alle finestre e alle porte a vetri. Adesso, Tizio riprova fiducioso a far suonare il suo impianto Hi-Fi, convinto che la miscelazione confusa dei suoni sia scomparsa; noi gli auguriamo che sia così, altrimenti è capace di non rispondere più delle sue azioni. In effetti, questo genere di disturbo può essere efficacemente combattuto impiegando abbondantemente materiale assorbente acustico per smorzare la riverberazione ad un grado accettabile. Per assorbenti acustici domestici s'intendono i tappeti, i drappi, pannelli acustici, lastre plastificate acustiche etc. Provate anche voi a stendere un tappeto sul pavimento e vi meraviglierete non poco di quanto sia diminuita la riverberazione.

I locali medi di abitazione sono per lo più « morti », anziché « vivi » acusticamente. In certi ambienti moderni è venuto di moda l'uso di drappi e tendaggi anche sulle pareti. Il Tizio musicofilo, che si cimenta nel lanciare acuti lancinanti ed è convinto di possedere un'ugola ad altissima tensione, che batte di diverse lunghezze le più adamantine e celebrate corde vocali tenorili di tutti i tempi, predilige per le sue esibizioni canore lo stanzino da bagno, le cui pareti maiolicate ed il pavimento marmoreo gli danno molta soddisfazione, mentre gli altri locali della sua abitazione gli fanno supporre che in essi le più famose voci del passato apparirebbero quanto mai meschine.
Se l'ambiente appare « sordo », si può ravvivarlo putacaso semplicemente togliendovi un tappeto, o un drappo, o una grossa poltrona rivestita di stoffa. Se ciò non basta, non conviene vuotare completamente la stanza dei mobili e suppellettili (perché poi bisognerebbe

sedersi per terra, il che disturba la placidità dell'ascolto musicale), ma poiché la « sordità » è imputabile all'assorbimento subito dalle alte frequenze, è consigliabile agire sul controllo dei toni acuti dell'amplificatore per ottenere una certa compensazione.

5. Tutti dormono, quindi discuto: I percorsi di traffico delle persone nell'ambiente

I movimenti delle persone nei locali di ascolto sono un fattore da ben tener presente quando si vuole installare un impianto sonoro. Si tratta di stabilire quante volte i familiari entrino ed escano mediamente nel locale e dove si muovano di preferenza nello svolgimento della loro attività domestica. A prima vista, può sembrare un'idea alquanto balzana quella di considerare come si muova la gente nella stanza adibita all'impianto di alta fedeltà, ma invece un grandissimo numero di persone ha battuto gli stinchi contro una porta aperta di un mobile, oppure è inciampato in un cassettone aperto, solo perché non aveva considerato dove i passaggi sono più frequenti. Un contenitore di apparecchi che sia provvisto di porte oscillanti, o cassettiere, deve essere collocato dove il traffico ambientale è leggero. In particolare, se ci sono bambini dinamitardi che corrono dentro e fuori, riflettendo un momento sui sentieri di transito, si può evitare che le antine dei mobili vengano scardinate.
L'arcigno signor Caio si fa avanti e chiede, digrignando i denti, come si fa a determinare i sentieri di traffico locale. Ci sono due modi, il più semplice è quello di osservare il pavimento: si vedono segni di usura in certe parti del pavimento o del tappeto piuttosto che in altre? Si trovano zone di pavimento che si sporcano più presto delle altre? Ebbene quelle zone sono quelle di traffico più intenso; l'altra prova è di osservare le porte del locale: quante possibilità ci sono di andare dall'una all'altra? E quali vie sono le più percorse? Se Caio desidera saperla lunga su questo argomento, deve disegnare una pianta in scala precisa del locale; poi per 15 giorni deve prendere nota di chi passa e attravera la stanza e deve segnare con cura le piste e la loro frequenza, sulla pianta (v. fig. 7). Per farsi un'idea abbastanza adeguata, utile allo scopo, non occorre entrare in minimi particolari, cioè le piste possono essere semplificate, purché passino per i punti salienti.
I sentieri di traffico sono di due tipi: uno è essenzialmente determinato dalla disposizione di caratteristiche strutturali fisse come porte, finestre, caminetti, gradini o altro, che non possono essere spostate

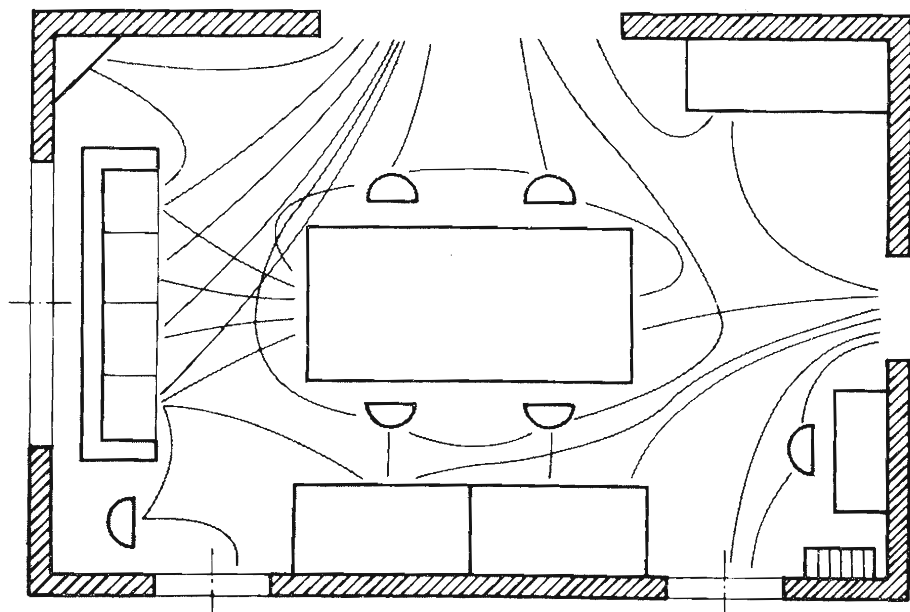


Fig. 7 - Le linee sottili rappresentano le piste di traffico in una stanza di soggiorno. Questa mappa è solo un esempio e per ogni locale bisogna disegnarne una particolare.

e non devono essere ostruite; l'altro tipo è quello delle piste risultanti dalla disposizione di oggetti movibili (sedie, tavoli, lampade, mobiletti etc.) e queste vie non solo possono, ma devono essere variate spostando tali oggetti.

Altri fattori influenti sull'uso di un locale come auditorio sono i generi di attività che in esso si svolgono e in particolare dove più comunemente ciò avviene. Per esempio il sôr Tizio può avere una sua venerata poltrona adibita alla lettura dopo i pasti ed esige che essa non venga spostata dalla posizione in cui l'ha personalmente disposta; la sua signora può a sua volta aver eletto un certo angolo civettuolo addobbato con finezza per ricevere l'amico del cuore, mentre il marito è assorto nella lettura troneggiando signorilmente sulla sua poltrona tabù; ci possono essere anche i bambini demolitori a dovere; infine, il locale può essere il luogo di raduno permanente dell'intera famiglia, compresa la suocera.

Il sôr Sempronio invece preferisce adibire il locale ai trattenimenti,

più o meno frequenti, più o meno numerosi, e ricevere spesso gli amici per la partita a bridge e per la conversazione (escluso l'uso del televisore, perché il sôr Sempronio ha deciso il boicottaggio fino all'avvento del colore).
Il sôr Caio invece riceve spesso uomini d'affari, perché la sua forte tempra di lavoratore gli impone di negoziare anche la sera dopo cena (come potrebbe vivere se non si cautelasse con benefici pisolini quotidiani dalle 10 alle 12 e dalle 15 alle 19 in ufficio?).
A parte le osservazioni scherzose, se la moglie di Tizio vuole ascoltare la musica, mentre lui incollato alla poltrona favorita fa finta di leggere, bisogna mettere gli altoparlanti in modo che non gli disturbino il colloquio con Morfeo, scusate, la lettura; ma può verificarsi anche il caso contrario, cioè che Tizio voglia gioire con Euterpe e sua moglie si abbandoni nelle braccia del mitico dioscuro. Il miglior partito sembra quello di disporre l'apparecchio in modo che i comandi siano propinqui a chi è investito quasi esclusivamente dell'autorità di manovrarli; nella fattispecie, avete capito bene, al signor Tizio.
Generalmente il padrone di casa desidera avere a portata di mano gli apparati, per poter cambiare i dischi, o i nastri magnetici, o sintonizzare la radio su altra stazione, con un minimo di disturbo, possibilmente senza alzarsi dalla famosa poltrona, a costo di munirla di rotelle e di apparire paralitico, sopportando di buon grado i dolori di reni conseguenze di distorsioni acrobatiche alle quali lo costringe lo stato sedentario. Se la casa è frequentata da grosse tribù di atletici amici, è bene disporre gli apparecchi in postazione remota, cui farà da baluardo il corpo asseggiolato del proprietario, che deve essere dotato di grande spirito di abnegazione spinto fino all'olocausto pur di difendere i milioni spesi per l'alta fedeltà (ma chi gliel'ha fatto fare?!) dagli assalti della masnada.
Nessuna contestazione? Tiro avanti con:

6. Prese di corrente

Gli apparecchi per uso domestico richiedono tuttora (è una vera vergogna!) la tensione di rete per il loro funzionamento. Forse avrete notato che posteriormente ad essi pende sempre un filo terminato da una spina; sappiate che è proprio quella che deve essere infilata in una presa a muro (è una soddisfazione insegnare cose utili), dopo questo rito propiziatorio, i concenti si spanderanno per la sala. Ma qui sta il busillis, dove trovare la presa a muro? Non che l'architetto del-

la vostra casa se ne sia dimenticato, no, anzi ne ha elegantemente sparse a iosa, ma quando serve una presa, non la si ha quasi mai a disposizione, perché le prese, per l'appendice caudale diabolica, sono finite dietro ai mobili mastodontici, ai divani, ai drappeggi orientali etc. Le prese facilmente accessibili sono locate, oltre che nel WC, presso i radiatori dei caloriferi o in prossimità di finestre con balconi; è mai possibile piazzare un apparato Hi-Fi a ridosso di una potente fonte di calore o in balia degli spifferi invernali? Si ricordi che gli amplificatori di potenza generano essi stessi forti quantità di calore (specialmente se equipaggiati con tubi elettronici), che si cerca di dissipare con pannelli sapientemente fessurati in modo da stabilire correnti d'aria entro ai mobili contenitori, l'aggiunta di altro calore potrebbe pregiudicare gravemente la conservazione dei milioni che essi rappresentano. Il calore unitamente alla secchezza dell'aria ambiente può provocare ogni sorta di danni: scollatura di giunzioni dei mobili, stortura di pannelli, distacco di listelli, spaccatura di legni pieni, rovina delle laccature e lucidature. Vero è che il genio umano non ha limiti ed è arrivato ad inventare le prolunghe, con le quali tutto diviene facile e adamantino: potete disporre l'apparecchio dove volete, facendovi un baffo multiplo a tortiglione della locazione delle prese di corrente; con una prolunga riuscirete a raggiungere la presa sotto al « buffet », anche se l'afflusso sanguigno alla testa vi farà provare l'allegra sensazione della ghigliottina; ad ogni modo bisogna ricordare che le prolunghe possono provocare bellissimi inciampi e spettacolari capitomboli, richiedenti uno sviluppato senso dell'umorismo, senza contare quanto siano decorative le sandaline, che interessano intere lunghe pareti e che ricordano il tripudio della festa del villaggio.

7 - Sotto con la ventilazione

La ventilazione dell'ambiente è un altro fattore importante. E' probabile che né Tizio, né Caio abbiano ostruito una finestra con i loro apparati sonori, ma non sono pochi i Semproni che li dispongono in modo da rendere inaccessibile le aperture del locale; aprire e chiudere una finestra può diventare un problema quando per raggiungere la maniglia sia necessario esibirsi in contorsioni serpentine con un grado di elasticità conseguibile solo con un diuturno e sistematico esercizio fisico in palestra. Tenere presente che non si deve mai bloccare le aperture di un condizionatore d'aria, sarebbe come inscatolare un calorifero, con il risultato di diminuirne enormemente l'efficienza.

Coro degli uditori discenti:
« *Se tiriamo qui le somme, che imparammo in questo dì? Noi tapini buggerati, o che barba "l'ACCA-FI" !* » (1) Nota - Hi-Fi = High Fidelity; ACCA-FI = licenza poetica.

Coro degli uditori discenti:

« *Se ci spieghi la fonia, ti staremo ad ascoltar, se non smetti le panzane, ti dovremo schiaffeggiar* ».

Un'autoambulanza trasporta la controfigura del Docente, prudentemente da questi gettata in pasto al pubblico. Il Docente così va ragionando: « Il numero dei discepoli è dimezzato dalla 1ª lezione, quelli intelligenti disertano. Parlerò per voi, miei fedeli; pochi ma fessi » e inizia la lezione II.

LEZIONE II

MA CHE CAVOLO E' LA STEREOFONIA?

1. Principio della percezione stereofonica

DOCENTE - Tutti i guai nascono dal fatto che noi abbiamo due orecchie, due occhi, due braccia, due gambe, insomma dalla nostra struttura bilaterale. Perhé la natura ci ha fatto in due metà speculari? Una metà è in « stand by »? l'altra metà è « on line »?
Nemmeno questo; però la questione della riserva (stand-by) salta fuori in un secondo tempo: quando una metà va fuori uso, l'altra la sostituisce e fa tutto da sé, ma se nessuna menomazione interviene, le due metà lavorano in parallelo. Spieghiamoci meglio: un individuo normale vede contemporaneamente con i due occhi, che lavorano entrambi in ugual misura (visione binoculare), ma se la suocera gli ammacca un occhio, l'individuo è costretto a vedere con un occhio solo (visione monoculare), quello che la suocera, bontà sua, gli ha conservato. Analogamente, fintanto che i due orecchi sono efficienti, l'individuo li usa entrambi contemporaneamente (audizione binaurale), non ne mette uno in funzione e l'altro lo tappa per sbloccarlo quando il primo si scassa per un motivo qualsiasi. Quando quest'ultima dannata ipotesi si verifica, il secondo orecchio funge da vera e propria riserva e l'individuo seguita a udire alla meno peggio (audizione « monoaurale » e non « monofonica »). Continuando nell'analogia, la perdita di un arto superiore può essere compensata dall'altro arto superiore (con qual-

che difficoltà); la perdita di un arto inferiore appare più problematica. Limitandoci ai sensi della vista e dell'udito, osserviamo che la visione monoculare e l'audizione monoaurale risultano più limitate e penose delle corrispondenti binoculare e binaurale. Perché? Perché l'occhio sinistro vede qualcosa di diverso da quello che vede l'occhio destro e l'orecchio sinistro sente qualosa di diverso da quello che sente l'orecchio destro.

Salvo casi rarissimi, il nostro orecchio destro non percepisce esattamente ciò che percepisce il nostro orecchio sinistro e viceversa. La differenza, piccola ma importante, esiste perché i due orecchi sono spaziati di una quantità che varia da 14 cm per i microcefali come il sottoscritto, a circa 22 cm per gli uomini di gran testa, che perciò abbracciano il campo auditivo da due punti leggermente diversi. Per i due occhi la differenza è minore, ma produce effetti sensibili.

La fig. 8 rappresenta, in modo semplificato e volutamente esagerato, quanto differiscono tra loro questi due punti di percezione acustica. La scena riguarda un quartetto un po' speciale, formato da una chitarra e da tre ottoni. In fig. 8 a), e 8 b), il quartetto « vede » un poco diversamente l'orecchio sinistro dell'ascoltatore (evidentemente un cervellone) da come « vede » il suo orecchio destro. Ci si rende conto di questo fatto seguendo le « linee di vista » e rilevando la differenza delle lunghezze delle « piste », che da uno stesso punto del quartetto conducono ai due orecchi dell'ascoltatore. La differenza è geometrica e riguarda il gruppo dei quattro musicanti, cioè le loro posizioni relative « viste » da due orecchi. E' questa differenza che fa sembrare il suono del quartetto un poco diverso all'orecchio sinistro e all'orecchio destro.

Abbiamo detto che tale differenza è molto piccola, così piccola che se l'ascoltatore tappa alternativamente i due orecchi mentre ascolta il quartetto, in pratica non rileva alcuna differenza. Tuttavia questa esiste e noi possiamo udirla. All'interno della nostra testa, i due punti di « vista » si fondono insieme per darci la sensazione della profondità e della spazialità. Allora il cervello separa i quattro strumenti e li dispone nelle giuste posizioni (sinistra, destra, alto, basso, vicino, lontano). Qualcosa di simile avviene per la visione binoculare.

La differenza dei suoni percepiti dai due orecchi è tanto maggiore, quando più estesa è la sorgente sonora; una grande orchestra produce differenze molto maggiori del quartetto di fig. 8. Nel caso dell'orchestra sinfonica, subentra un altro fattore: una parte del suono arriva da un lato, un'altra parte del suono arriva dall'altro lato. E' chiaro che il suono proveniente da sinistra sarà percepito con maggior inten-

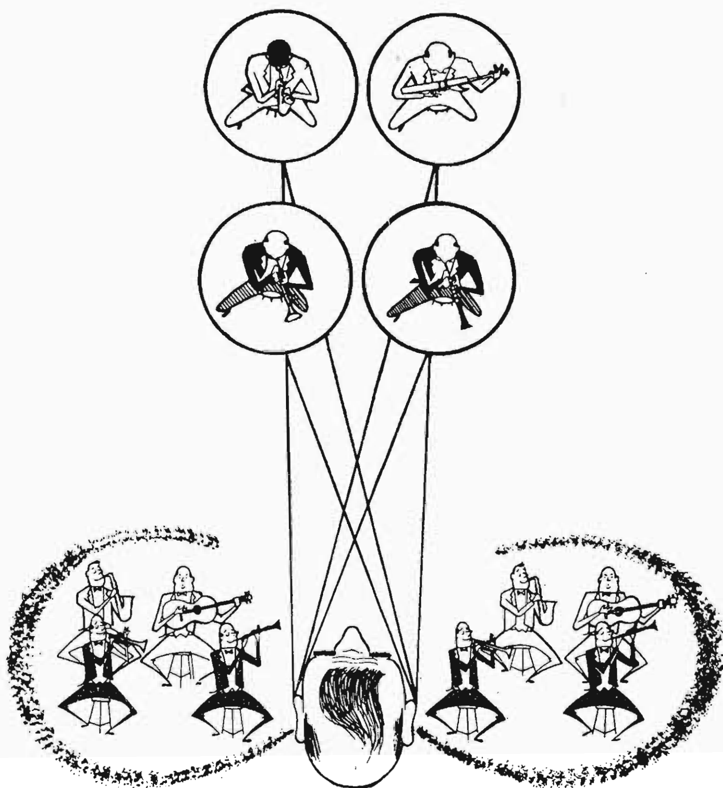


Fig. 8 - I due punti di percezione acustica.

sità dall'orecchio sinistro, mentre il suono proveniente da destra sarà percepito con maggior intensità dall'orecchio destro. C'è di più: ciascuna onda sonora in provenienza da sinistra raggiunge l'orecchio sinistro un poco prima (una piccolissima frazione di secondo) di raggiungere l'orecchio destro, e analogamente i suoni provenienti da destra raggiungono prima l'orecchio destro e con un piccolissimo ritardo quello sinistro.

L'orecchio può rivelare con notevole precisione differenze minime di tempo (fase dei suoni); la sua abilità in proposito è veramente sorprendente: in condizioni favorevoli, un buon paio di orecchi può percepire una differenza di 6 milionesimi di secondo. Queste differenze

vengono elaborate entro la nostra testa e forniscono la sensazione della direzionalità. Esse ci dicono quali suoni arrivano lateralmente e quali arrivano direttamente in fronte. Questo è il modo di apprezzare la sensazione della dimensione dell'orchestra o come gli esecutori si muovono in un palcoscenico.

Naturalmente questi effetti non possono manifestarsi quando si ascolta un ordinario apparecchio radio o un fonografo.

Indipendentemente dal numero dei microfoni che si possano impiegare per riprendere la musica originale, tutti i canali audio separati vengono convogliati in un unico altoparlante; ciò equivale all'aver concentrato in un solo punto tutti gli strumenti. Entrambi i nostri orecchi percepiscono esattamente lo stesso suono e il nostro cervello non ha il mezzo per separarli e procurarci la sensazione di profondità e spazialità.

Come può fare la stereofonia a cambiare questo stato di cose? Lo fa presentando ai due orecchi i suoni con due punti di percezione separati. Si usano due microfoni separati (o due gruppi di microfoni) per captare il suono, poi si creano due canali che si mantengono separati per tutto il percorso fino all'ascoltatore, si amplificano separatamente e si riproducono con due altoparlanti separati (o gruppi di altoparlanti). La distanza fra i punti di presa dei due canali stereo è molto maggiore della distanza fra i punti di percezione dei due orecchi nella sala da concerto. In pratica, la differenza è abbastanza grande per permetterci di identificarla quando ascoltiamo alternativamente i due canali.

Questa maggior separazione è provocata dalla più grande distanza fra i due microfoni, qualche metro invece di 20 cm.

Lo scopo di questa maggior separazione è semplice. Quando si ascolta in stereo, ciascun orecchio riceve il suono da entrambi gli altoparlanti. Ma il suono proveniente dall'altoparlante sinistro è un poco più forte nell'orecchio sinistro e il suono proveniente dall'altoparlante destro è un poco più forte nell'orecchio destro.

La combinazione dei suoni degli altoparlanti, che ciascun orecchio riceve, raggiunge una buona approssimazione del suono che ciascun orecchio udirebbe nella sala da concerto. Se queste combinazioni si realizzano, cioè se il suono proveniente dai due altoparlanti si fonde convenientemente in ciascun orecchio, le componenti delle percezioni dei due orecchi si mescoleranno, entro la testa ci daranno la sensazione di profondità, di spazialità e di direzionalità. Ciò non può ottenersi se non vi è sufficiente differenza fra i suoni emessi dai due altoparlanti; la distanza fra altoparlanti deve essere almeno 2,5 m.

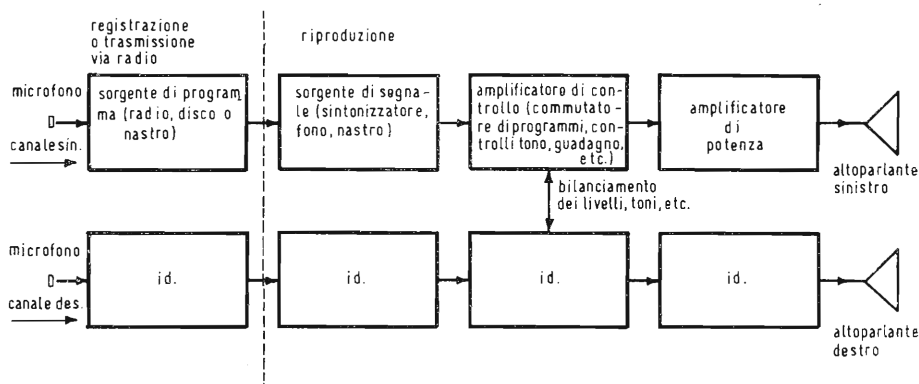


Fig. 9 - Schema a blocchi di un impianto stereofonico.

Riassumiamo in fig. 9 i concetti fin qui esposti mediante uno schema a blocchi di un impianto stereofonico.
I due canali, sinistro e destro, hanno qualche cosina di diverso l'uno dall'altro. I due microfoni, per le loro posizioni, orientazioni e diagrammi polari, generano segnali elettrici differenti, che vengono separatamente registrati su nastro o disco o trasmessi per via radio. Generalmente, ma non sempre, i due microfoni sono distanziati di qualche metro, invece dei 20 cm della riproduzione binaurale. In ricezione, i due segnali vengono applicati a due amplificatori e a due altoparlanti. La disposizione dei microfoni e degli altoprlanti e il modo in cui gli amplificatori sono alimentati hanno una grande parte nella determinazione della qualità del suono in confronto con la riproduzione monofonica. In altre parole, bisogna distinguere fra stereo come tecnica e come effetto. La tecnica si riferisce al modo con cui si usa l'apparato; l'effetto riguarda il fatto se noi abbiamo ottenuto maggior realismo o qualunque altra caratteristica qualitativa, che dia soddisfazione.
Il sistema di fig. 9 è a due canali ed è quello divenuto sinonimo del termine stereo. Attualmente, lo stereo abbraccia una varietà di sistemi impieganti più di un canale. Quando non si esprime specificatamente il numero dei canali, si intende che i canali sono due. E' questo il sistema di gran lunga più diffuso per la riproduzione stereo.
E' però importante notare che lo stereo impiegante più di due canali

può esistere ad es. nei cinematografi e che questo genere di stereo presenta caratteristiche, che il sistema a due canali si sforza di imitare. I primi esperimenti hanno dimostrato che si può ottenere una ben definita sensazione di direzionalità e spazialità impiegando un grande numero di microfoni in parallelo con la sorgente sonora, e facendo alimentare da ciascun microfono una corrispondente combinazione amplificatore-altoparlante.
E' questo il sistema noto come principio della cortina di suono. Si presuppone che ciascun microfono capti il suono in una ristretta area davanti ad esso e che l'altoparlante che gli è connesso (attraverso un amplificatore) irradi il suono con lo stesso diagramma polare del microfono. Allora, se un microfono capta suoni entro l'angolo di 45°, l'altoparlante deve irradiare entro 45°. A questo modo, una selva di microfoni-amplificatori-altoparlanti riproduce tutto il suono da destra a sinistra.
Il principio della cortina di suono ha limitazioni. Una è che i microfoni e gli altoparlanti aventi uguali diagrammi di captazione e trasmissione, sono molto difficili da trovare; un'altra è che i microfoni captano tanto il suono diretto quanto i suoni riflessi. Tuttavia è risultato che un congruo numero di gruppi microfono-amplificatore-altoparlante, diciamo sei, fornisce risultati molto buoni riguardo alla direzionalità. L'impiego di 6 o più canali non costituisce un grande ostacolo per uno studio, o un teatro, ma è da escludere per usi domestici. Successivi esperimenti dimostrarono, che riducendo a tre i canali la perdita di direzionalità era molto piccola. Spingendo la riduzione dei canali da 3 a 2, la perdita di direzionalità è molto forte. Sebbene il sistema a 2 canali sia migliore del sistema monofonico, è decisamente inferiore ai sistemi impieganti 3 o più canali. Poiché i 2 canali sono il massimo consentito in pratica per uso di massa a tutt'oggi, si è fatta una grande quantità di ricerche allo scopo di ottenere dal sistema a 2 canali virtualmente gli stessi risultati ottenibili con i sistemi a tre canali stereo.

C'è una chiara possibilità che con adatti tipi di microfoni e della loro diposizione, e di quella degli altoparlanti, un sistema a 2 canali stereo possa approssimare abbastanza bene il sistema a 3 canali.

Se la riproduzione ha luogo in un ambiente relativamente piccolo, come una comune stanza di soggiorno, la possibilità di equivalenza dei sistemi a 2 e a 3 canali è realtà.
Una relazione sugli esperimenti stereo riguardanti un'orchestra sinfonica dice: « Non c'é dubbio che il sistema a 3 canali dia una riproduzione più vicina alla esecuzione viva musicale originale, rispetto al

sistema a 2 canali. E' di particolare interesse che i nastri a 3 canali, sperimentati in un auditorio molto più piccolo di caratteristiche acustiche quasi ideali, risultino non presentare vantaggi sensibili rispetto ai nastri a 2 canali ».

Il signor Empedocle chiede la parola .

EMPEDOCLE - Lei ha la mania di complicare le cose! Adesso avanzo una proposta molto semplice. Scopo della stereofonia è di dare la sensazione del rilievo all'audizione.

Cosa vuole scommettere che io raggiungo lo scopo usando un solo canale, un solo microfono, un solo amplificatore, un solo altoparlante, dischi monofonici?

DOCENTE - Scommetto la mia moglie.

EMPEDOCLE - E se perde la scommessa?

DOCENTE - E' proprio quello che spero! Favelli adunque.

EMPEDOCLE - Immagini un normale impianto sonoro (pausa di alcuni minuti). Suppongo che in questo intervallo, lei abbia avuto il tempo d'immaginarsi. Se prima di arrivare all'altoparlante, introduco una li nea di ritardo e predispongo due vie per il segnale: una via diretta e l'altra via attraverso la linea di ritardo, poi invio il segnale diretto e quello ritardato all'altoparlante; quest'ultimo è obbligato a emettere entrambi i suoni distanziati però di un tempo regolabile (mediante la ilnea di ritardo variabile) fra 1 millesimo a qualche decimo di secondo, comunque tale da rendere ben evidente l'effetto di rilievo acustico. In ottica si ottiene il rilievo di uno scritto o di una figura ricorrendo all'ombra delle lettere e della figura. Orbene, che cos'è l'ombra se non una seconda immagine spostata nello spazio e nel tempo? L'ombra ripete il profilo del soggetto con un piccolo ritardo rispetto alla rappresentazione fondamentale del soggetto stesso.

Nel caso della riproduzione con dischi monofonici, non occorre nemmeno la linea di ritardo. Basta munire la capsula del fonorivelatore di due puntine leggermente sfalsate nell'asse della capsula; in tal modo, nell'istante in cui l'altoparlante emette un suono dovuto alla 1ª puntina e corrispondente ad un dato punto P^1 del solco del disco, emette anche, pe l'azione della 2ª puntina il suono ombra di quello corrispondente ad un punto P^2 immediatamente precedente P^1, suono emesso un istante prima per l'azione della 1ª puntina.

Sono o non sono un genio? Scusi, un'informazione: com'è e quanti anni ha sua moglie?

DOCENTE - La relativa sezione dell'informatica è in sciopero. Comunque la scommessa la vinco io. Ecco i suoi errori, gran scipito moltiplicato per pi greco:

1°) la sua proposta è vecchia come i pianeti e rientra in quella subdola, proditoria mistificazione nota come « pseudostereofonia ». Niente di più odioso! La vera stereofonia non è la ripetizione differita di uno stesso suono, ma la fusione di due o più suoni diversi contemporanei;
2°) la stereofonia è basata sull'audizione binaurale e richiede almeno due canali, con un canale solo non si ha effetto stereo;
3°) l'uso della linea di ritardo porterebbe ,nel suo canale unico, a sfasamenti tali da produrre la cancellazione parziale o totale del suono risultante, comunque una sovrapposizione disastrosa, perché i circuiti elettrici sono monodimensionali, nel senso che se si applicano ad es. due segnali di polarità opposte, ad un circuito elettrico, questo non è percorso da due correnti viaggianti in direzioni opposte, ma è percorso da una sola corrente uguale alla differenza delle due ed avente la direzione della più forte, cioè uguale alla differenza delle due correnti che si avrebbero nel circuito se ciascun segnale agisse da solo. E così, ho frustrato una buona occasione di divorzio gratuito.

EMPEDOCLE - Ho perso la scommessa. E' giusto che paghi. Si prenda la mia mogliera.

DOCENTE - Due mogliere? Rinuncio al guiderdone!

Vedo che il signor Telramondo si agita. Dica pure.

TELRAMONDO - Sono un rivenditore di materiale Hi-Fi, la nostra merce è la più pregiata del mondo, sfogliate il nostro catalogo e vi convincerete della superiorità dei prezzi e dell'inferiorità della qualità... no, volevo dire il contrario (arrossisce a dovere). Dispongo perciò di amplificatori, unità di controllo stereo, casse, cassette, cassoni di altoparlanti e da morto di tutte le taglie e su misura. Orbene mi sono cimentato nel predisporre dimostrazioni stereofoniche per convincere i clienti, provando a collocare gli altoparlanti a varie distanze, negli angoli dell'ambiente, lungo le pareti lunghe e corte, mi sono piazzato sull'asse del sistema degli altoparlanti, poi mi sono spostato a destra e a sinistra, mi sono avvicinato e allontanato, ho eseguito e fatto eseguire da esperti le regolazioni dei toni, dei volumi, della separazione, del bilanciamento ecc. ma non sono mai riuscito a percepire il benché minimo effetto stereo. Può spiegarmi il perché?

DOCENTE - (imbarazzato) - E' sicuro che il programma riprodotto fosse stereo?

TELRAMONDO - Sicurissimo, ho usato dischi e nastri con scritto tanto di « stereo » grosso così.

DOCENTE - (ancora più imbarazzato) - Forse l'ambiente non essendo ben studiato, presenta riflessioni e segnali in opposizione di fase, per cui i canali si cancellano a vicenda, fornendo un suono povero.

TELRAMONDO - No, no, ho 17,5 kg di cambiali da pagare all'impresa di acustica e architettura per l'elaborazione dell'ambiente con pannelli, tendaggi, tappeti, nicchie e strane forme sporgenti, proprio per ottenere l'optimum per una sala di audizione.
DOCENTE - (non sa più che pesci pigliare) - L'unica cosa che posso fare è di venire nel suo salone negozio per scoprire in luogo la causa dell'insuccesso. Quando posso farle visita?
TELRAMONDO - Oggi no, perché è tardi. Domani neppure, perché devo andare dall'otorino-laringoiatra per un nuovo apparecchio di protesi auditiva. Sa, sono già completamente sordo da un orecchio, quell'altro mi preme e lo voglio curare. Facciamo dopodomani.
Un cupo tonfo fa capire che il professore è svenuto. I sali e un cordiale hanno virtù nel ritornargli i sensi. Con uno sforzo titanico, che non ha riscontro nella storia dell'eroismo, il docente riprende il suo dire nell'ottava di Scialiapin e illustra...

2. L'effetto di « Vuoto nel centro »

Quando si limita a due canali la riproduzione sonora, appare lo spettro del « buco al centro », consistente nell'insufficienza, o nella mancanza assoluta, di suono fra gli altoparlanti destro e sinistro. Quanto più grande è l'ambiente di ascolto, tanto più spaziati risultano gli altoparlanti e tanto più avvertibile per uno spettatore seduto sull'asse del sistema a distanza di pochi metri dalla linea degli altoparlanti, risulta il dannato effetto di mancanza di suono. Né si rimedia spostandosi a destra o a sinistra dell'asse, perché con ciò si distrugge l'effetto stereofonico, per gustare il quale non si sarà mai raccomandato abbastanza di disporsi proprio sul deprecato asse centrale. L'inconveniente è di dimensioni maiuscole, tanto che nel caso di un'esecuzione sinfonica da parte di una grande orchestra, la sensazione di vuoto al centro è così forte che può sembrare che l'orchestra sia stata tagliata in due e le due metà sinistra e destra siano state notevolmente distanziate tra loro.
L'effetto dannoso può essere imputabile ad eccessivo distanziamento dei microfoni in registrazione o degli altoparlanti in riproduzione, in relazione alla posizione dell'uditore, o ad una combinazione delle due fonti deleterie. Il sistema stereo a due canali fornisce una riproduzione più vicina a quella del sistema a tre canali, quando l'ambiente di ascolto è piccolo; una ragione di ciò risiede nel fatto che gli altopar-

lanti sono meno interspaziati (attenzione però a non scendere sotto i 2 m.).
Al lato registrazione, si tenta di mitigare l'effetto lacunare mediano piazzando un microfono intermedio tra quello destro e quello sinistro. E al lato riproduzione che così si può fare? E' ciò che si tratterà nei prossimi paragrafi. Stimolata così con la violenza la curiosità del lettore, passiamo ad illustrare i rimedi, qualche volta non peggiori del male.

3. Il canale fantasma

P. Klipsch avanzò la formidabile proposta di istituire un canale centrale al lato riproduzione, per riempire « il buco », facendo riprodurre da un altoparlante posto al centro del sistema, i suoni di entrambi i

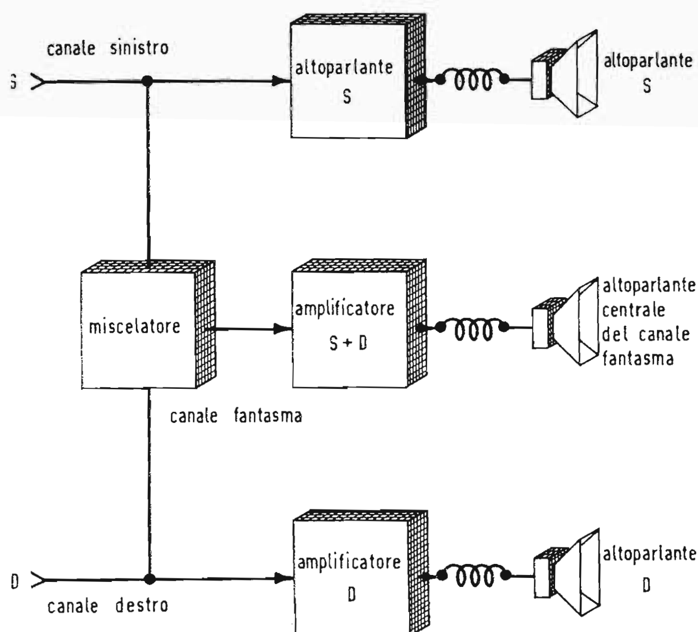


Fig. 10 - Adozione del canale fantasma (fa molto medioevo).

canali destro e sinistro come si può capire dalla fig. 10 a blocchi. Il segnale del canale S e quello del canale D entrano in un miscelatore, che li combina e li invia ad un terzo amplificatore, che pilota l'altoparlante centrale.

Si ottengono i migliori risultati quando i livelli sonori degli altoparlanti S e D sono regolati in un modo da essere 3 dB sotto il livello dell'altoparlante centrale, quando si applica lo stesso segnale all'ingresso dei tre canali audio; così facendo, la potenza combinata di S e D eguaglia quella dell'altoparlante centrale. Il miscelatore non è un oggetto misterioso, è semplicemente un circuito come quello di fig. 11.

L'ascoltatore può procedere in modo empirico, ma efficace, a tarare il suo impianto sonoro con canale fantasma: cominci con l'equilibrare i canali S e D a orecchio, disponendosi sull'asse del sistema, poi avvertito il « buco », aumenti gradatamente l'intensità del suono del

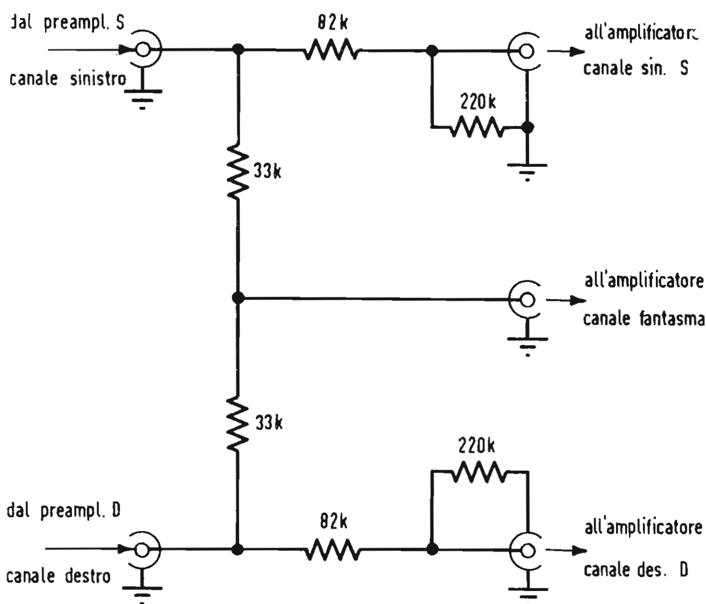


Fig. 11 - Circuito miscelatore per la formazione del canale fantasma (fa ancora più medioevo).

canale fantasma centrale, fino a quando abbia la sensazione che il buco sia stato colmato.

Se avrò vita a campare, dovrò ritornare ben più a lungo sull'argomento del « buco al centro » e soprattutto del canale fantasma.

Ciò avverrà in un tempo lontano, quando avrete fatto il callo in fatto di stereofonia e sfoggerete impensabili baffoni, comprese le signore.

4. L'altoparlante fittizio

Questo sistema è un vero e proprio trucco, che sorte un effetto sorprendente, sfruttando la dabbenaggine del pubblico non smaliziato. Del resto, in fatto di riproduzione sonora, le convinzioni creano illusioni tali da far prendere grossissimi granchi anche ai tecnici più consumati (che forse li prendono proprio perché sono « consumati »). Ma veniamo a dire in che consiste il trucco, però non svelatelo a nessuno, altrimenti non funziona più!

L'altoparlante fittizio è un diffusore, che apparentemente contiene un altoparlante (che se anche non c'è, non fa proprio niente), che non è collegato a nessuna sorgente di segnale e quindi è completamente muto (v. fig. 12). Il diffusore, dall'aspetto in tutto simile agli altri due, viene collocato fra questi ultimi. Gli occhi dell'ascoltatore vedono il diffusore e fanno opera di persuasione presso gli orecchi, che esso contiene un altoparlante e che da esso esce un magnifico suono generatore di armonie centrali. L'illusione è potente e gli orecchi sono convinti, in perfetta buona fede, di percepire anche il suono assiale, dimenticando completamente l'affare del « buco ».

Se vi sembra poco digeribile l'idea che la vista possa influenzare a tal punto l'udito, ponete mente che questo trucco viene sfruttato continuamente nelle riproduzioni esterne dei film sonori: lo schermo è lontano molti metri davanti allo spettatore, mentre i piccoli altoparlanti sono disposti a brevissime distanze alla sua destra e alla sua sinistra; già dopo pochi istanti, lo spettatore non è più in grado di separare l'immagine dal suono. Ancora, supponete di vedere sullo schermo un'orchestra o una banda, avete la convinzione di udire esattamente e prontamente quell'orchestra, o quella banda, ad onta del fatto che la sorgente sonora sia piccola, spesso un altoparlantino dal suono metallico. Se però chiudete gli occhi, ben presto vi rendete conto della natura, disposizione e imperfezione della sorgente sonora.

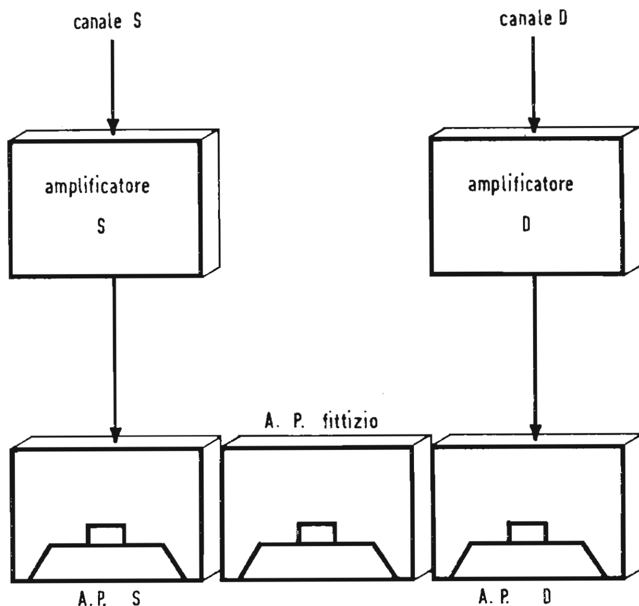


Fig. 12 - Adozione del sistema trucco con altoparlante centrale fittizio (fa ridere).

5. Sparizione degli altoparlanti

Sempre in virtù della correlazione fra vista e udito, vien fatto di pensare che la sensazione di assenza di suono centrale sia inculcata dal fatto che tra gli altoparlanti sinistro e destro, noi non vediamo altra sorgente sonora; questo semplice fatto s'impossessa del nostro subcosciente, che ci gioca il tiro malvagio di non lasciarci sentire il suono assiale; pensandoci bene, non sembra possibile che non vi sia suono sull'asse del sistema, perché i diagrammi polari d'irradiazione degli altoparlanti sono tutt'altro che direzionalissimi (almeno per le note basse e centrali) quindi gli angoli di sonorizzazione hanno lati che si intersecano a distanze modeste con conseguente miscelazione dei rispettivi campi sonori, il che è sufficiente a eliminare anche il più ben pasciuto dei « buchi ».
Ma se con malvagia furbizia, un essere diabolico celasse alla nostra

vista gli altoparlanti S e D, noi riacquisteremmo il pieno giudizio auditivo e il suono apparirebbe non perdere la sua distribuzione pressoché uniforme. Allora nascondiamo gli altoparlanti dietro un pietoso velo abbastanza fitto per non lasciarci vedere ciò che vi è dietro ad esso, ma abbastanza trasparente al suono per non attenuarlo apprezzabilmente, e il gioco è fatto! Non ci credete? Fate una prova, docet sempre il vecchio Galileo « ... provando e riprovando ».

Siccome qualcuno mi fa cenno che un pallore mortale ricopre ormai il volto dei miei boccheggianti uditori, non voglio infierire ulteriormente, per questa lezione, con criminose argomentazioni simili a quelle perfidamente sopra riportate, avvertendo però che si tratta di una sospensione temporanea per far riprendere conoscenza ai torturati, affinché possano reggere alle più infernali riprese della tortura nelle prossime lezioni secondo il funesto retaggio del più oscuro medioevo. Chiudo con l'offrirvi un cordiale, che vi restituisca i sensi, con le figure 13 e 14.

La prima riguarda una sistemazione ambientale in cui gli ascoltatori stanno seduti uno sopra l'altro sul sedile centrale di fronte ai diffusori ed agli apparecchi disposti nei numerosi ripiani di una chilometrica libreria-scaffale, con gli altoparlanti furbescamente collocati ai lati; commento alla fig. 13: 1°) gli uditori non devono sedersi sui vari seggi allineati ai lati dell'asse del sistema sonoro, perché altrimenti perderebbero l'effetto stereo, quindi la loro distribuzione a piramide sembra l'unica soluzione possibile; 2°) ci si chiede chi possieda una libreria così tanto sviluppata in una direzione; forse un bibliotecario di professione, ma allora i libri dove li ha cacciati? Nella seconda figura, cioè la 14, dato l'eccessivo costo delle librerie lunghissime, si è pensato di sistemare sui ripiani solo gli altoparlanti, accontentandosi di occupare con lo scaffale prudenzialmente solo la parte più corta; gli apparecchi (giradischi, radio, magnetofoni e simili lordure) sono invece relegati nel cantuccio al buio, non perché abbiano fatto i cattivi, ma per averli a portata di mano evitando complicatissimi telecomandi; la disposizione a piani sovrapposti per gli ascoltatori è senza ombra di dubbio la più consigliabile anche in questo caso; credetevi e non dimenticate la scuola sperimentale di colui che disse « Eppur si muove! »

Coro sommesso degli uditori discenti:

« *stanco morto intorpidito, mi ridusse l'audizion; in eterno sia dannato, se ritorno alla lezion!* »

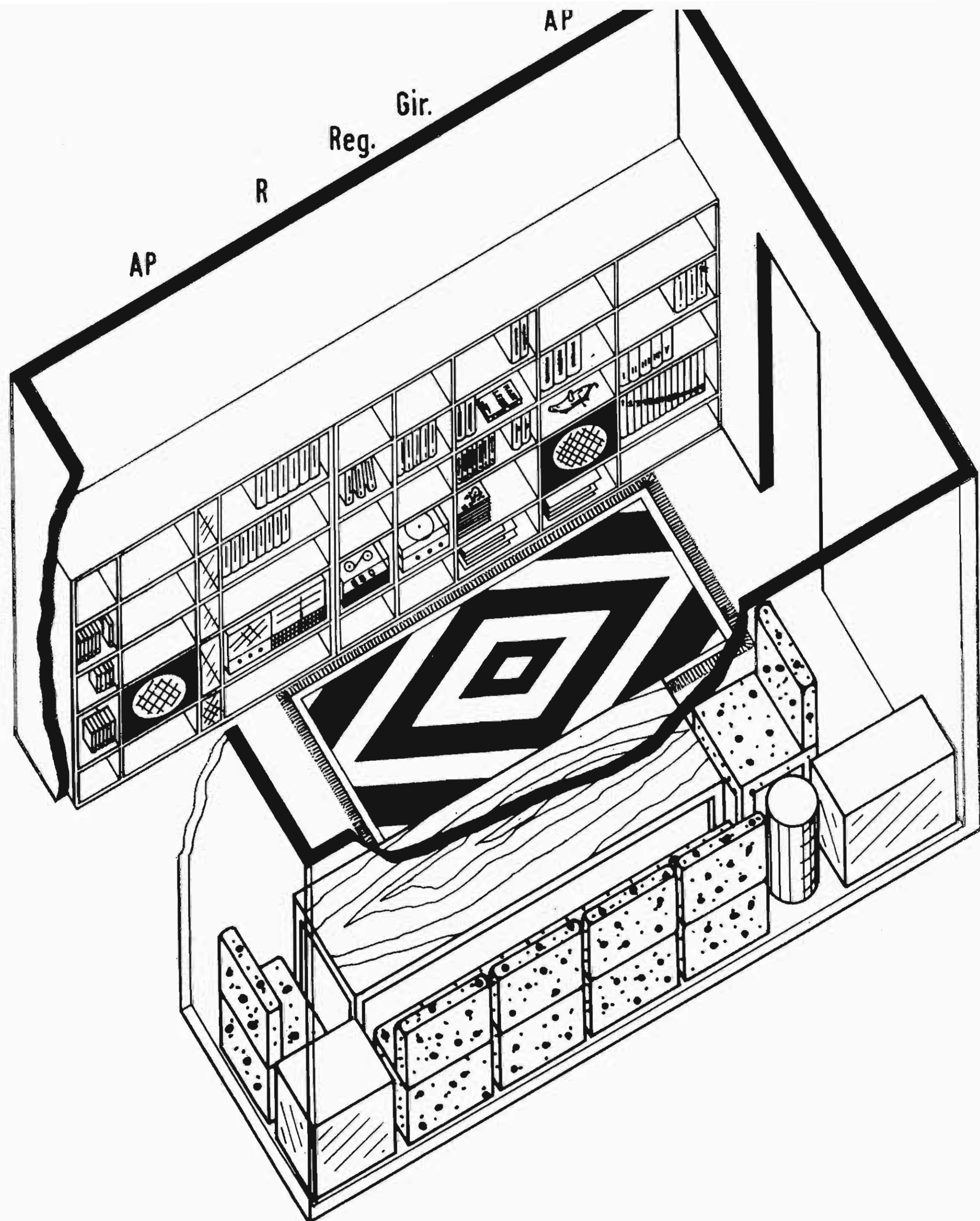


Fig. 13 - Impianto sonoro Hi-Fi stereo casareccio, dove gli apparecchi si fronteggiano con gli ascoltatori, che si sono eliminati a vicenda nel disperato tentativo di conquistare il sedile assiale del sistema.

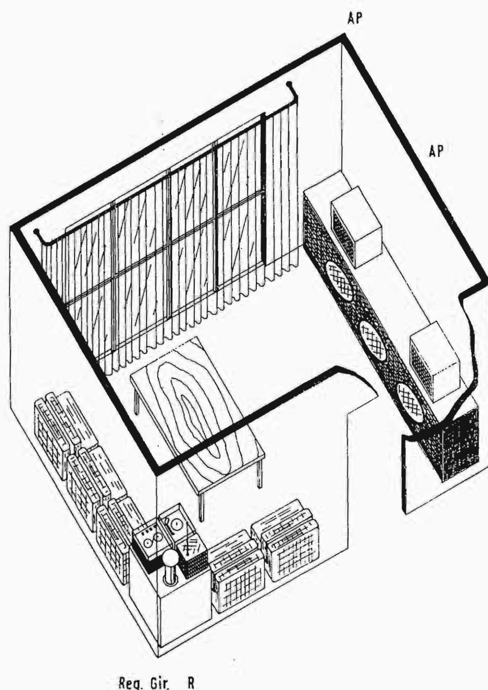


Fig. 14 - Impianto sonoro Hi-Fi vulgaris, dove solo gli altoparlanti sono disposti sullo scaffale di fronte alle poltrone, gli apparecchi sistemati angolarmente; circa gli ascoltatori vale la didascalia di figura 13.

Coro assottigliato degli uditori discenti superstiti:

« All'aureola del martoro, aspiriamo con passion, qui perciò ci rivedete, ricomincia la lezion »!

Successivamente al linciaggio obbligatorio della sua controfigura da parte dei discepoli in vena di celiare, il Docente riscontra che questi ultimi sono metà di quelli presenti alla 2ª lezione, equivalenti a un quarto di quelli presenti alla 1ª lezione. Con sulle labbra il motto « sempre più pochi, sempre più fessi », egli principia la

LEZIONE III

LA PSEUDOSTEREOFONIA OVVERO IL « QUASI-STEREO »

DOCENTE - Ho lungamente meditato sulle audaci argomentazioni del signor Telramondo e ho deciso di ritornarvi sopra (alle argomentazioni, non al signor Telramondo).

1. Sistemi pseudo stereofonici

Si sono tentate molte vie, con successi non del tutto esaltanti e non del tutto deprimenti, per ottenere qualche parvenza di suono stereo sfruttando un'unica sorgente sonora. La percezione direzionale non è la sola peculiarità della stereofonia, infatti quest'ultima è caratterizzata anche dalla sensazione di vastità spaziale. Queste caratteristiche possono essere riprodotte senza difficoltà e senza far ricorso a un sistema bicanale di registrazione, Qualche dritto ha escogitato vari sistemi nel tentativo di impartire direzionalità acustica affidando diverse frazioni dello spettro sonoro a vari altoparlanti e provocando artificialmente differenze del tempo di arrivo all'orecchio del suono proveniente da ciascun altoparlante.
Queste tecniche sono spesso designate con il termine « pseudo stereo ».
Il pignolo impenitente, che si compiace di demolire tutto ciò che fan-

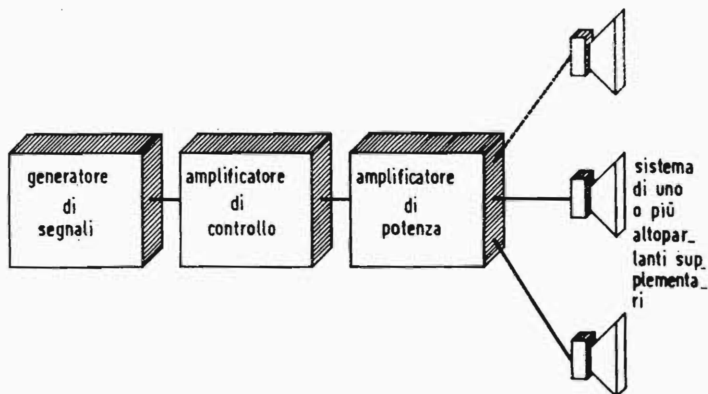


Fig. 15 - Sistema pseudo-stereo, basato sull'impiego di altoparlanti multipli.

no gli altri, non mancherà di segnalare che questo termine è alquanto improprio e dice poco, proponendo invece di distinguere dette tecniche con la locuzione « quasi stereo », che, se dice anche di meno, procura al suo coniatore una impronta di superiore personalità. Si dice che il suono « quasi stereo » rappresenti una pietra miliare verso la vera stereofonia, ma un agguerrito contestatore tuona che, per lui, nel quasi stereo non c'è proprio nulla di stereofonico; al contrario, c'è chi trova che sia stato con esso raggiunto un vertice di qualità acustica insuperabile, per cui ogni ulteriore ricerca sarebbe un'imperdonabile dilapidazione di capitale e di tempo. Chi si accontenta gode!

2. Altoparlanti multipli

Sforzandoci al massimo di essere esenti da partigianeria, non ci schieriamo al fianco né dei contestatori, né dei sostenitori, e descriviamo obiettivamente, con quell'insipienza congenita che tanto ci distingue, qualche tentativo di tecnica « quasi stereo ».
La più semplice tecnica di questo genere consiste nel collegare due o più gruppi di altoparlanti all'amplificatore e nel distanziare gli alto-

parlanti di alcuni metri fra loro come in fig. 15. Se il programma musicale era stato originariamente svolto da un complesso occupante una ampia area, come un'orchestra o un canone per sole voci maschili, si può godere di un maggior realismo e di una più piacevole audizione disponendo di un'estesa sorgente sonora invece che di una ristretta distribuzione, come quella resa da un unico gruppo di altoparlanti.

D'altro canto, quando ci sono due gruppi di altoparlanti, ci può essere difficoltà per riprodurre una sola voce o un solo strumento.

Sebbene teoricamente il suono debba sembrare provenire da un punto fra i due altoparlanti, l'uditore può ben discernere, e riportare disturbo, se lo stesso suono proviene da due punti nella stessa stanza. La vera stereofonia evita questo inconveniente ,assegnando all'unica voce, o all'unico strumento, uno solo dei due canali.

C'è un rimedio anche nel caso « quasi stereo »: si applica un terzo altoparlante (v. ancora fig. 15) e si alimenta ad un livello più alto l'altoparlante centrale, così si ha la sensazione che il solista sia collocato al centro.

Mastodontiche Autorità provviste di superbaffoni ritorti legiferano che i migliori risultati si ottengono impiegando altoparlanti di caratteristiche diverse.

Nessun altoparlante finora costruito ha una risposta perfettamente uniforme; se un altoparlante sta entro ± 4 dB (Variazione di sensazione auditiva del 150%) fra 40 Hz e 15 kHz, può essere considerato eccellente. Ogni altoparlante presenta picchi di risposta per certe frequenze, che vengono esaltate, e « buchi » a certe altre frequenze, che vengono attenuate.

Sono proprio questi massimi e minimi di risposta a caratterizzare un altoparlante dal punto di vista della sua qualità. Fin tanto che gli altoparlanti sono imperfetti, si ritiene che l'uso di due altoparlanti diversi porti ad una discriminazione benefica di strumenti diversi riprodotti da ciascun altoparlante, discriminazione che è d'ausilio a dare una sensazione di distacco degli strumenti, accostandosi sensibilmente alla riproduzione stereofonica vera. Siccome la maggior parte degli strumenti ha un campo assai esteso di frequenze ,può sembrare che un dato strumento cambi la sua posizione da un lato all'altro della stanza, quando si suonano parti diverse della gamma.

Un altro, e forse più convincente argomento in fatto di altoparlanti dissimili per pseudo stereofonia, è che ciascun altoparlante fornisce una differente impressione del suono completo. Allora gli orecchi percepiscono versioni diverse della stessa cosa, che si mescolano nella

mente e producono un effetto più pieno e più rotondo che se entrambi gli altoparlanti generassero esattamente la stessa onda acustica.

3. Ritardo acustico

Esiste sul mercato un dispositivo chiamato Xophonic, che mira ad imitare la spaziabilità del suono, fornendo qualcosa di affine ad un'eco, ma con un ritardo di tempo fra il suono originale e quello susseguente minore che nel caso di vera eco. Assomiglia di più ad una riverberazione, salvo che il suono originale è seguito da un'unica ripetizione, invece di una serie di ripetizioni.

Il principio di funzionamento dello Xophonic è illustrato in fig. 16. Il segnale in uscita dell'amplificatore di potenza principale è inviato ad un piccolo altoparlante pilota; il suono generato dall'altoparlante viene fatto passare in un tubo a serpentino strettamente ad esso collegato, senza fughe d'aria. Il tubo avvolto ha una lunghezza totale di circa 15 metri.

Poiché il suono si propaga con velocità leggermente superiore a 30 cm per millisecondo, il suono impiega circa 1/20 di secondo per uscire dall'altro estremo del tubo; qui il suono agisce su un microfono strettamente accoppiato al tubo. Il segnale elettrico risultante prodotto dal microfono perviene ad un secondo amplificatore di potenza e ad un altoparlante secondario, entrambi contenuti nell'unità Xophonic. Questo altoparlante riproduce il segnale originale col ritardo di circa 1/20 di secondo rispetto al suono prodotto dall'altoparlante principale. Il campo di frequenza dello Xophonic è limitato fra 200 e 300 Hz. Deve lavorare ad un livello decisamente al di sotto di quello dell'altoparlante principale, affinché il suo campo limitato non introduca « colorazione » nel suono risultante. Per chi non lo sapesse, la colorazione del suono è un difetto e non lo fa apparire variopinto. Il livello dell'altoparlante secondario viene stabilito regolando il guadagno dell'amplificatore dello Xofonic finché si comincia a percepire il suono riverberato.

Si noti che la locazione dell'altoparlante secondario rispetto al sistema di altoparlanti principali non è critica; è però prudente non mettere un altoparlante in cantina e l'altro in soffitta.

L'efficienza del dispositivo del tempo di ritardo dipende dall'entità della riverberazione già presente nel brano musicale riprodotto e nel-

l'ambiente di riproduzione. Se il contenuto del programma comprende una riverberazione forte (dovuta alle caratteristiche del luogo originale di registrazione o alla riverberazione aggiunta di proposito elettricamente ed acusticamente dai tecnici all'atto di registrazione), un effetto supplementare riverberante può risultare più dannoso che benefico. L'aggiunta di riverberazione può essere indesiderabile anche nel caso in cui l'ambiente di ascolto sia vivo e dia luogo di per sé a riverberazione. Se invece il contenuto del programma è « secco » e l'ambiente di ascolto ha un arredamento smorzante, come drappi, pesanti tappeti e mobili elevati (che tendono ad assorbire il suono), l'aggiunta di riverberazione può aumentare noetvolmente il piacere dell'ascolto.
Vi proponiamo un giochetto estremamente semplice attuabile con un nonnulla. Basta infatti disporre di un registratore a due canali, di una coppia di amplificatori identici e relativi sistemi di altoparlanti, di un apparecchio Xophonic e di un commutatore a due posizioni.

Chi non ha simili quisquiglie in un cassetto della credenza? Orbene, fate ascoltare al figlio del droghiere (che non è secondo a nessuno in fatto di alta fedeltà) la riproduzione stereo; poi con infernale destrezza manovrate il commutatore, che provvederà a miscelare le due uscite dei canali stereo in un unico canale monofonico e fate riprodurre questo zibaldone da un amplificatore e relativo altoparlante e insieme dallo Xophonic. Voi che avete gli intelletti sani, avete mangiato la foglia, e avete subito compreso che lo Xophonic si è sostituito ad un canale dello stereo, quindi si rende possibile un immediato confronto fra lo Xophonic e il sistema stereo (stereo per davvero, non pseudo).
Quale risultato vi aspettate? Chi lo indovina è bravo! Il figlio del droghiere asserirà che avverte evidentissimamente gli effetti di posizione e di riverberazione della riproduzione xophonica e che preferisce l'effetto di riverberazione all'effetto di posizione del sistema a due canali. Questi figli di droghieri sono veramente stupefacenti almeno quanto la semplicità del giochetto proposto e la limpida linearità dell'esposizione dei risultati.

Interloquisce il signor Argante.

ARGANTE - Eh no! Facci il piacere di spiegarsi meglio, perché io dello Xophonic ho capito soltanto il tubo.

TUTTI GLI ASCOLTATORI INSIEME - Anche noi abbiamo capito un tubo!
DOCENTE - Calma signori, riordiniamo le ideuzze. Circa la costruzione ed il funzionamento dello Xophonic non è il caso di ripetermi, basta guardare la fig. 16, tanto parlante che persino il signor Argante riesce

a capirla. Vediamo piuttosto le modalità dell'esperienza prospettata. Occorre un commutatore a tre vie e due posizioni; le 3 vie sono S_1, S_2, S_3 meccanicamente solidali tra loro; le due posizioni sono la 1 e la 2. Conviene che introduciamo la fig. 16 bis per chiarire ogni cosa. Un registratore stereo fornisce i segnali per i canali S e D, detti segnali vengono amplificati ciascuno dal proprio amplificatore e riprodotti nel proprio altoparlante. Questa situazione si ha quando il commutatore è in posizione 1, per cui S1 è aperto, S2 inserisce l'altoparlante destro, S3 è aperto; il sistema è vero stereo a due canali.
Portiamo ora il commutatore in posizione 2: S1 mette in parallelo (cioè collega insieme) i due segnali e gli ingressi degli amplificatori S e D; S2 mette in parallelo le due uscite degli amplificatori ed esclude l'altoparlante destro, in conclusione, S1 e S2 riducono il sistema da stereo a monofonico con un solo altoparlante (quello sinistro) in funzione; S3 introduce, nell'unico canale così formato, lo Xophonic munito dell'altoparlante pilota, del tubo avvolto, del microfono, dell'amplificatore ausiliario e dell'altoparlante secondario, esattamente come riportato in fig. 16 nel rettangolo tratteggiato. Penso che non solo il

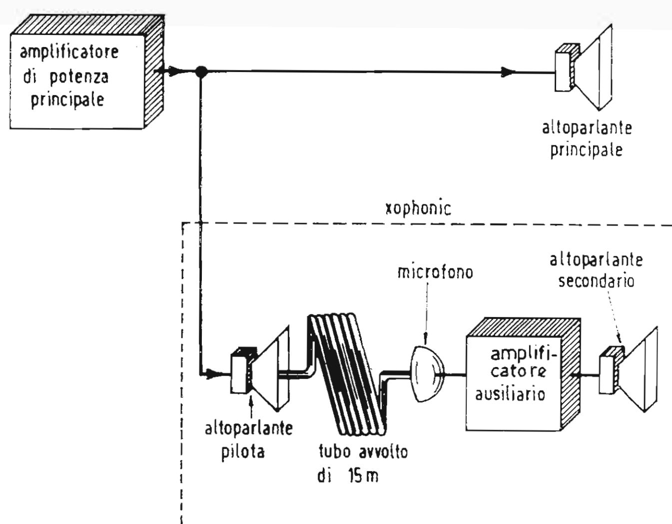


Fig. 16a - Sistema pseudo-stereo mediante l'unità Xophonic.

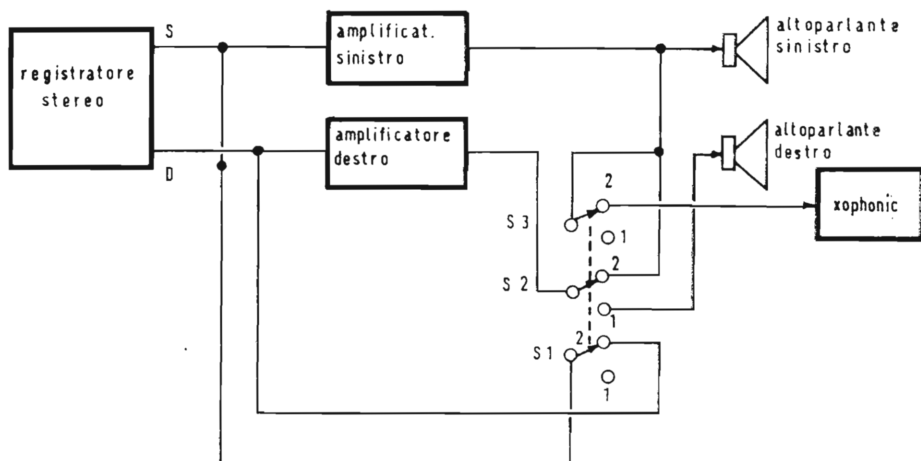


Fig. 16b - Confronto rapido fra sistema stereo (posizione 1 del commutatore) e sistema quasi stereo riverberante (posizione 2 del commutatore).

signor Argante, ma eziandio la signorina Clorinda, comprendano che nella posizione 2 del commutatore triplo, il sistema sonoro è monofonico con l'aggiunta dell'effetto di riverberazione diabolicamente introdotto prezzolando lo Xophonic.
La conclusione è semplicissima: commutando alternativamente dalla posizione 1 alla 2 e viceversa, si ascolta a vicenda il sistema stereo-completo a due canali e il sistema quasi stereo con Xophonic e conseguente riverberazione, consentendo un immediato e ripetitivo confronto fra i due sistemi. E' qui che entra in scena il figlio del droghiere, putacaso seguito a ruota dal garzone del pizzicagnolo e dalla fidanzata del netturbino, tutti e tre autorità indiscutibilmente superlative nell'ambito della riproduzione sonora di somma qualità. Questi tre personaggi dichiarano all'unisono di avvertire nettamente la differenza fra i due sistemi sonori; inoltre il droghiere junior afferma categoricamente di preferire il sistema quasi stereo riverberante; dello stesso parere si dichiara la fidanzata del netturbino per compiacere al venditore di coloniali, che dimostra di essere ammaliato dalla eccezionale rotondità della di lei gobba, mentre il garzone del pizzicagnolo, per nulla affascinato dal poderoso gozzo e dai superbi baffoni

della vaga fidanzata, è pronto a ripetere il gesto di Muzio Scevola schierandosi decisamente in favore del sistema stereo bicanale. Avete capito tutti adesso? Permettetemi di rinfrescarmi la gola (trangugia avidamente due tazze di benzina super).

ARGANTE - Si ho capito tutto perfettamente. Solo mi sfugge cosa ci stia a fare lo Xophonic con tutto quel tubo a lungo metraggio...

GLI UDITORI ALL'UNISONO - Giusto, bravo; ed il commutatore non è una complicazione inutile? Via quella robaccia! Abbasso la riverberazione, a morte i due canali!

DOCENTE - Mi commuove la bella franchezza con la quale manifestate liberamente. Eh, l'insegnamento serba incommensurabili soddisfazioni ,al punto che proseguo con

4. La ripartizione di frequenza

I patiti della tecnica del « quasi stereo », non paghi delle loro nequizie ora accennate, hanno spinto la loro crudeltà mentale al punto, veramente esasperante, di far riprodurre le alte frequenze da un altoparlante e le basse frequenze dall'altro altoparlante, con la diabolica complicità di una rete circuitale seguente l'amplificatore di potenza e che esalta gli acuti e taglia i bassi per l'altoparlante sinistro (è proprio il caso di chiamarlo così), mentre rinforza i bassi e spegne gli acuti

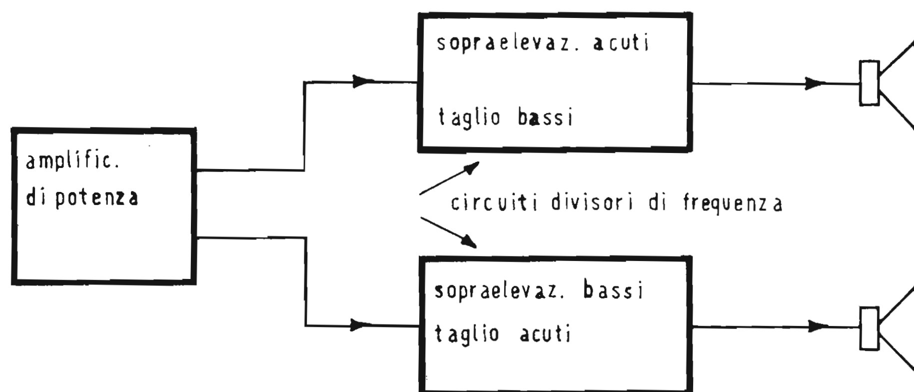


Fig. 17 - Sistema quasi stereo basato sulla divisione di frequenza.

per l'altoparlante di destra (senza accenni politici). Confortati dall'audacia della stampa pornografica, osiamo rappresentare schematicamente in fig. 17 il principio del **CBS-XD** Sonud System (*) versione commerciale del « quasi stereo a ripartizione di frequenze ».

Riportiamo qui di seguito la serie di prove effettuate dai costruttori del sistema **CBS-XD** in tre condizioni diverse, mediante registrazione su due piste sonore di un nastro stereo e la riproduzione con tre altoparlanti, due dei quali erano disposti negli angoli di una distanza lungo una stessa parete, mentre il terzo era piazzato al centro della stessa parete.

1ª condizione - le due piste magnetiche corrispondenti ai microfoni sinistro e destro erano state elettricamente combinate e alimentate direttamente all'altoparlante centrale; questa condizione equivaleva alla convenzionale riproduzione sonora con unico altoparlante (monofonia);

2ª condizione - la pista magnetica sinistra era alimentata direttamente all'altoparlante sinistro, mentre la pista magnetica destra era alimentata direttamente all'altoparlante destro; questa condizione equivaleva alla vera riproduzione stereofonica;

3ª condizione - le due piste magnetiche erano state di nuovo combinate elettricamente insieme, ma prima che il segnale risultante raggiungesse l'altoparlante sinistro, tale segnale era fatto passare attraverso un circuito equalizzatore, che attenuava i bassi ed esaltava le alte frequenze; l'altoparlante destro riceveva anch'esso il suono combinato, ma attraverso un circuito equalizzatore, che attenuava gli acuti ed esaltava le basse frequenze.

Si invitarono a queste prove alcuni auditori subdolamente tenendoli all'oscuro circa le condizioni nelle quali esse si svolgevano.

A questo punto, vedo che il demone dell'impazienza e della trepidazione si è impossessato dei vostri dilacerati spiriti (ma a proposito, dove vi siete nascosti?) divorati dall'ansia di conoscere come andrà a finire; posso solo esortarvi alla calma per essere forti nell'apprendere le fantascientifiche rivelazioni contenute nelle prossime proposizioni.

Gli uditori furono, dunque, richiesti di esprimere la loro preferenza circa la riproduzione sonora, dopo averla loro fatta ascoltare nelle tre condizioni suddette (protette dal più impenetrabile segreto). I risultati furono allarmanti, ma non del tutto inaspettati (preparate i sali per le signore, che potrebbero svenire). Ora non posso più tenervi nascosta la tremenda verità: su circa 50 uditori, neanche uno optò per la 1ª condizione (cioè per la comune riproduzione monofonica con un solo altoparlante), le preferenze furono quasi egualmente divise per le

condizioni 2ª e 3ª. Si può concludere che il suono stereo simulato reca la stessa soddisfazione dello stereo autentico. Ma c'è di più e di peggio! Quando un ascoltatore, evidentemente in preda al ballo di S. Vito, si aggirava per la stanza, dichiarava (per suggerimento del suo subcosciente) di preferire il suono della 3ª condizione. Con l'imparzialità del computer elettronico, dobbiamo dedurre che lo stereo simulato serve un'area più vasta dello stereo puro.
L'opposizione contestò che gli uditori invitati alle prove erano tutti teste di cavolo (per non dire di peggio) e che era assurdo trarre conclusioni canoniche dal giudizio di dozzinali incompetenti. Allora, con la serenità d'animo, che il carcinoma delle vie respiratorie sa dare, la commissione esaminatrice chiamò a raduno i maggiori esponenti, prediti dei baffi più prolissi e del più fluente onor del mento, in fatto di arte stereofonica e musicale; a questi cervelloni delle sette note, fu comunicato di volta in volta che si cambiava la condizione di prova (senza per altro svelarla) e quindi richiesto di dichiarare quale condizione ritenessero fosse (la 2ª o la 3ª). Risultato: una metà dei cultori d'Euterpe riconobbe esattamente la condizione di prova (anche gli esperti qualche volta l'azzeccano!), l'altra metà rispose sbagliato, provando così che la pura stereofonia, quella cioè fornita di pedigrée comprovabile da inconfutabili documenti, può essere pareggiata e forse anche superata dal prodotto di un adulterio elettroacustico.

5. La codificazione stereo

Non mi basta l'anima per continuare a discutere « la divisione di frequenza », passiamo quindi ad altro argomento: lo « stereo codificato », noto come Perspecta Sound nella sua forma commerciale, si accosta maggiormente allo stereo dagli incontaminati magnanimi lombi, in fatto di direzionalità.
Il sistema Perspecta Sound impiega generalmeente tre o più altoparlanti, come mostra la fig. 18 (non vietata anche ai minori di 14 anni), ciascuno pilotato dal suo proprio amplificatore. Tutti gli amplificatori di potenza ricevono all'entrata lo stesso segnale, ma lavorano a livelli diversi di volume secondo gli ordini dei segnali di codificazione (l'autorità dei quali è militarmente indiscutibile), uno per ogni amplificatore e che accompagnano il segnale sonoro.
Lei Signore, strabuzza gli occhi perché non sa cosa sia la codificazione? glielo spieghiamo in 4 e 4 = 12 (anche questo è un risultato dell'elaborazione a codice).

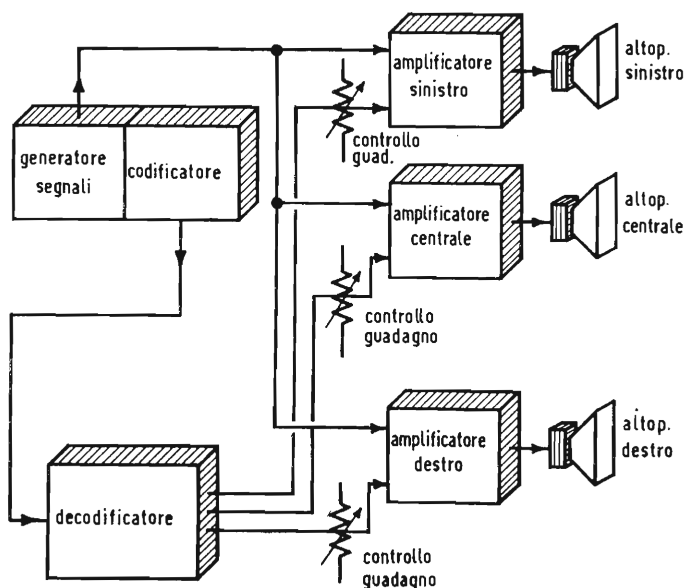


Fig. 18 - Stereo codificato.

La moderna tendenza, dall'avvento dei computer tuttofare, è di trasportare qualunque problema sul piano dell'algebra booleana, esprimendolo anzitutto in codice binario, cioè basato su 2 soli livelli: 0 e 1 (infatti per esprimere un valore in codice binario occorrono 4 cifre, (zeri e unità); il valore, così reso irriconoscibile, può passare insospettato sotto gli occhi di vigili, questurini e poliziotti, penetrando sfacciatamente attraverso le « porte » (dette « gates ») AND, OR, NAND, NOR, attraverso qualche dozzina di circuiti micrologici, taluni spassosissimi (hanno persino le entrate « in maschera »!), dai quali emerge assai più deforme del più contorto Rigoletto; poiché di questo mostro nulla si può fare, conviene che con un tocco di bacchetta magica, gli vengano rese le sembianze « umane ».
Il mago che se ne incarica è il « Decodificatore », una versione moderna del noto Merlino. Dopo decodifica, se il vostro problema è di sapere quanto fa 4 + 4, l'elaboratore elettronico vi fornisce finalmente il risultato: 4 + 4 = 12; perché nel linguaggio dei codici, il nobile 12 ela-

borato corrisponde al volgare 8 della vecchia maniera completamente obsoleta. Riassumendo: prima si pratica la « codifica », poi l'elaborazione, da ultimo la « decodifica », che distrugge la codifica; fare e disfare è tutto lavorare. Che c'è da meravigliarsi? il divorzio non è forse il decodificatore del matrimonio?
Spiegata così con adamantina chiarezza l'essenza della codificazione, infilando nel taschino posteriore la « tabella della verità » procediamo nell'illustrazione del « Perspecta Sound ».

I segnali di codice vengono rivelati da un'unità speciale, che controlla il guadagno di ciascun amplificatore di potenza; ricordiamo che mentre la fig. 18 comporta tre altoparlanti, in pratica si può usare un grande numero di siffatti urlatori. I segnali in codice devono essere confinati al di fuori della gamma acustica, ossia o sotto 30 Hz, o sopra 20 kHz. Generalmente consistono in frequenze estremamente basse, a motivo di difficoltà tecniche inerenti alle frequenze ultrasoniche, molto più facili a perdersi sui portanti a nastro o a film, che le frequenze subaudibili.

Per mezzo dello stereo codificato, il suono totale può essere fatto apparire come se fosse originato da un punto a sinistra, a destra, centrale, o da qualsiasi altro punto intermedio. Durante il processo di registrazione, personale esperto applica i segnali di codice al portante registratore, nastro magnetico o film cinematografico, in modo da variare i livelli di volume degli altoparlanti allo scopo di ottenere il desiderato effetto di direzionalità. Per esempio, una banda in marcia può essere fatta sembrare provenire da dietro lo stadio dalla sinistra aumentando gradualmente il volume dell'altoparlante sinistro (mediante il giusto segnale codificato), mentre gli altri altoparlanti restano muti. La banda può essere acusticamente spostata al centro e poi a destra aumentando successivamente e progressivamente i livelli degli altoparlanti centrale e destro e diminuendo contemporaneamente il livello degli altri altoparlanti non interessati. Infine, il suono della banda può essere fatto uscire dallo stadio affievolendo gradatamente fino a zero il suono dell'altoparlante destro. Il suono stereo codificato può riprodurre una partita di ping-pong con la stessa naturalezza dello stereo vero, commutando alternativamente fra gli altoparlanti sinistro e destro, con un'eventuale commutazione sull'altoparlante centrale quando la pallina cade sulla rete.
Ancora, riducendo il livello dell'altoparlante centrale, si può creare l'effetto di due trombe, che suonano all'unisono agli estremi opposti dell'ambiente. Tuttavia lo stereo a codice non può riprodurre simultaneamente diversi strumenti, che suonano a sinistra, al centro e a

destra in modo che ciascuno strumento possa essere identificato come proveniente dalla corretta direzione. Ciò nonostante, mediante un saggio uso dei segnali di codice per ottenere i giusti spostamenti del suono totale, si possono raggiungere effetti veramente soddisfacenti. Non vedo colubrine puntate su di me, quindi tiro avanti.

6. Sfasamento

Quando un conferenziere inizia il suo dire con l'espressione « sarò breve... » si può stare sicuri che chi non ha avuto l'accortezza di premunirsi di cibarie e di sprimacciabili, dovrà soffrire lunga pezza. Il mio raccontino non è stato astutamente preceduto da un motto impegnativo circa la sua durata, perciò procedo oltre, implacabile come il destino, dedicando un requiem ai valorosi, che cadranno lungo la asperrima via.
Molti dispositivi commerciali ottengono l'effetto quasi stereo variando la fase del segnale monofonico in un dato istante e trasmettendo il segnale sfasato mediante un sistema supplementare amplificatore-altoparlante. Così, gli orecchi ricevono due versioni dello stesso suono, che possono essere integrate nella mente per produrre un'immagine completa del suono.
Vedete fino a che punto arriva la raffinatezza della malvagità umana!
I dispositivi sfasatori non devono operare uniformemente a tutte le frequenze. In definitiva, la relazione di fase fra la fondamentale e le armoniche viene alterata dalla rete sfasatrice. Ciò provoca una differenza nela forma d'onda fra i suoni degli altoparlanti principale e secondario, incrementando conseguentemente la differenza tra i suoni dei due altoparlanti.
Se il dispositivo può dar luogo a sufficiente sfasamento (rallentando tutte o parzialmente le frequenze per una parte sostanziale del ciclo, o per vari cicli), vi può essere una differenza di tempo di arrivo del suono all'orecchio dell'altoparlante secondario, sufficiente a produrre un effetto consanguineo alla riverberazione.
I dispositivi in oggetto ottengono lo sfasamento mediante reti circuitali elettriche.
Un ciclo dura 360° (v. fig. 19). La fase può essere spostata di diverse frazioni di 360°. Per es., se la fase è spostata di solo mezzo ciclo o 180°, questo può corrispondere alla parte della rarefazione dell'onda sonora invece del punto dove si ha la condensazione. Se la fase è ritardata di un intero ciclo, o 360°, si ritorna indietro all'inizio del ciclo. Se si

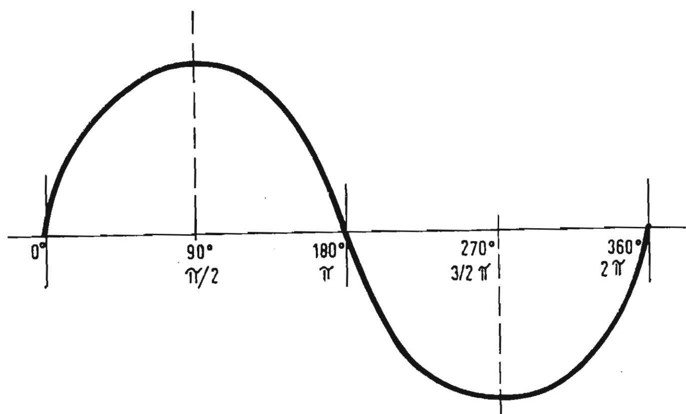


Fig. 19 - Fase di un'onda sinoidale.

riesce a ritardare una frequenza molto bassa, diciamo 100 Hz, di un intero ciclo (la cui lunghezza in aria è circa 3,3 metri), la parte iniziale del segnale sfasato eccita l'altoparlante secondario circa 11 millisecondi più tardi, poiché il suono si propaga con la velocità di 30 cm al millisecondo. L'orecchio è in grado di rilevare una simile differenza. L'unità « Holt Stereo » di sfasamento, reperibile in commercio, comprende non solo la rete sfasatrice, ma anche un amplificatore completo, con controllo di tono bassi e acuti e di voume. La fig. 20 mostra come esso venga disposto in un impianto audio convenzionale.

Riporto le caratteristiche dello « Holt Stereo », riversandone interamente la responsabilità sul costruttore, non venite poi da me a far valere qualche rivendicazione, perché mi comporterei come tanti Pilati (Ponzi, s'intende).

« L'apparecchio fornisce elettronicamente un tempo di ritardo per uno sfasamento relativamente grande entro l'intero spettro audio. Il ritardo di tempo è diverso alle varie frequenze... (qui abbiamo censurato certe espressioni oscene), il tempo di ritardo è minore all'estremo alto della gamma. Si utilizza lo stesso campo di ritardo che si utilizza nell'ascolto normale. L'orecchio non percepisce meno di 1/15.000 di secondo e il massimo sfruttamento è poco più di 1/400 di secondo. A motivo della distanza fra gli orecchi, questo tempo è maggiore di quello utilizzato

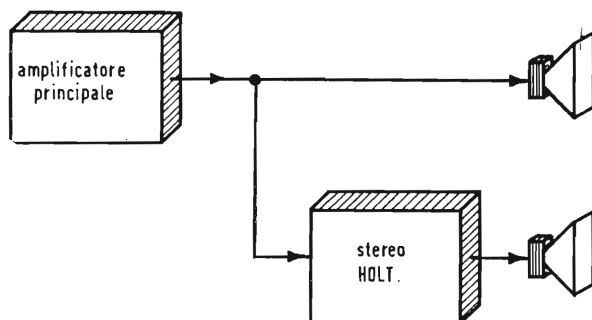


Fig. 20 - Inserzione dell'unità di sfasamento « Holt » in un impianto sonoro.

nell'ascolto normale per posizionare ciò che sentiamo ». Non commentiamo quanto siano subdole queste affermazioni.

Un dispositivo assai simile è l'« Ultron »; non si tratta di un amplificatore completo, esso contiene solo una rete sfasatrice prevista per essere inserita in un impianto sonoro come indica la fig. 21. Un apparato completo di complesso sfasatore, amplificatore e altoparlante, tutto contenuto in un unico mobile (che però sta fermo), fabbricato da Royce, risponde all'altisonante nome di « Stereo-Rama ». La sua inserzione in un impianto monofonico preesistente è indicata in fig. 22. Lo Stereo-Rama è somigliantissimo allo Xophonic, già descritto (v. figura 16), in quanto entrambi comprendono tutti gli elementi occorrenti per la conversione di un impianto sonoro a « quasi stereo ».

C'è però una differenza: lo Xophonic modifica il segnale con mezzi acustici, mentre lo Stereo-Rama lo fa con mezzi elettronici.

Qui qualche uditore ripete il gesto e il detto dantesco: « E caddi come corpo morto cade ».

Tra gli ascoltatori ce n'è uno dai nervi saldissimi temprati nei sotterranei della Gestapo, perciò ancora vitale a questo punto della lezione: il signor Ferraù.

FERRAÙ - Mi pare doveroso che dopo la detelramondizzazione, si proceda ad una riparatrice riabilitazione dell'amico Telramondo, di cui lei professore va da un'ora esaltando la chiaroveggenza in mezzo ad un mucchio di sciocchezze caratteristiche della sua didattica audiovisiva.

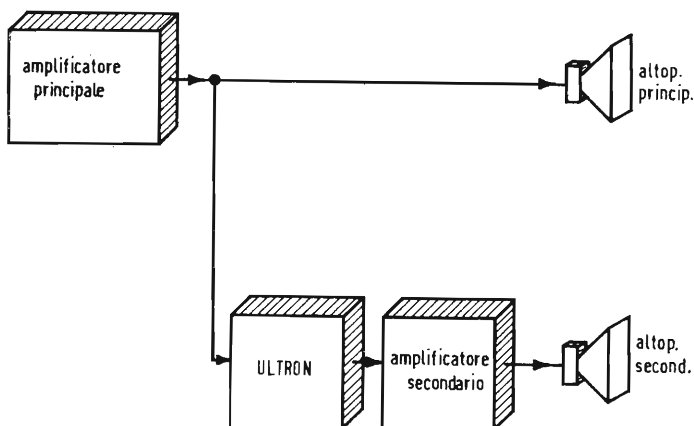


Fig. 21 - Inserzione dell'unità di sfasamento « Ultron » in un impianto sonoro.

DOCENTE - Zittisco per 60 secondi durante i quali faccio mentalmente onorevole ammenda (esegue)... ci sono domande?

FERRARÙ - La scorbuticità della codificazione e l'ermeticità della decodifica le rendono impenetrabili alla mia angusta mente.
Potrebbe dirmi in parole povere in che cosa consiste il sistema Perspecta?

DOCENTE - Pare impossibile! Questa è una domanda assennata. Apprestomi laonde ad illustrare il Perspecta Sound System. Anzitutto questo sistema è compatibile; ciò significa che una registrazione Perspecta può essere riprodotta con un impianto sonoro riproduttore non appositamente progettato o modificato, naturalmente con qualche sacrificio di rinuncia ai pregi del Perspecta, così come si può ricevere con un televisore bianco nero una trasmissione a colori, poiché il sistema di TV a colori è compatibile nel senso che chi non possiede il ricevitore a colori può ugualmente ricevere immagini in bianco e nero. Nel sistema di suono Perspecta 1954 c'è una sola pista sonora monofonica, che contiene tre frequenze subaudibili di controllo, le quali rendono possibile lo spostamento dei suoni da un altoparlante all'altro o sullo schermo di visione.
Ricordo che il Perspecta Sound System è stato progettato per l'applicazione al film sonoro, dopo il cinerama e il cinemascope. I canali non utilizzati quando funziona un solo altoparlante, vengono ridotti ad un

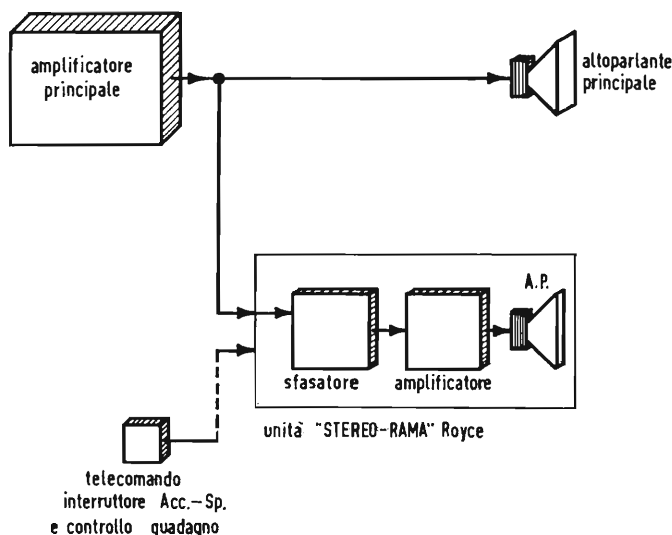


Fig. 22 - Inserzione del complesso « stereo-rama » Royce in un impianto sonoro.

livello molto inferiore a quello del canale di lavoro (cioè quello che alimenta l'altoparlante in funzione) in modo che i loro suoni non si percepiscono completamente. Ma il bello del sistema Perspecta sta nel poter applicare la pista sonora monocanale agli altri altoparlanti, in una varietà di combinazioni d'intensità, per ottenere effetti speciali a profusione. Si registrano le frequenze di controllo di 30, 35 e 40 Hz ad un livello almeno 20 decibel sotto il livello audio di punta, in modo da renderle inaudibili in una riproduzione fatta con mezzi comuni (è qui che la compatibilità fa capolino). Quando la riproduzione è fatta con materiale previsto appositamente per il sistema Perspecta, speciali filtri eliminano queste basse frequenze dal segnale completo di riproduzione. Dopo averle separate, amplificate e rettificate, vengono utilizzate per controllare gli stadi a guadagno variabile, che alimentano i tre altoparlanti dei canali separati. Con il sistema Perspecta si fa molta economia in registrazione, perché si usa solo un canale.
Il sistema comporta anche un relé, che commuta automaticamente dalla presentazione di un singolo canale sul solo altoparlante centrale, alla presentazione di tre canali, in ricezione, su tre altoparlanti distinti, quando interviene il segnale di codifica del sistema Perspecta. Ciò

solleva i progettisti dalla responsabilità di scambiare le connessioni secondo il tipo di registrazione in atto. Il sistema Perspecta ha le sue limitazioni, poiché non fornisce una vera e propria riproduzione stereofonica; esso non può dare l'identificazione direzionale simultanea al suono riprodotto; funziona per un suono e per una posizione alla volta, quindi tutti i suoni, che avvengono simultaneamente, appaiono muoversi insieme, qualunque sia la posizione per la quale i regolatori sono predisposti in quel particolare caso. Poiché in una vasta sala d'audizione, ogni sensazione direzionale dipende più dall'intensità relativa dei vari canali che dalle differenze di fase, il Perspecta può dare un piacevole effetto realistico. Dato che il sistema stereo codificato dipende esclusivamente dalle variazioni d'intensità, è possibile sfruttare queste differenze con un vantaggio almeno altrettanto buono di quello offerto dal sistema stereo regolare multicanale. Altro pregio del Perspecta è che esso consente anche la riduzione dei disturbi mediante l'uso delle frequenze di codificazione. I tre canali possono essere attenuati a livelli più bassi o addirittura completamente azzerati, quando non sono usati. Di conseguenza, il rumore di fondo viene affievolito durante tutto il programma sonoro e ne risulta una migliore qualità di riproduzione.

FERRAÙ (facendo finta di aver capito) - Adesso tutto è chiaro. Grazie professore. Una cosa non ho capito: cosa c'entrano le scope nel cinema?

DOCENTE - Servono a spazzare via gli spettatori saracini.

FERRAÙ - Allora va bene.

Coro sommesso degli auditori discenti:

> « *Crudo il fato qui ci addusse; merta un premio la costanza.*
> *Disco stereo? Che spavento! Questo si ch'è un mal di panza!* »

Il docente dopo aver assistito alla partenza dell'ambulanza trasportante la sua controfigura debitamente sfigurata dai vivaci allievi, fa la conta dei medesimi e annota che il numero dei presenti è la metà del numero relativo alla 3ª lezione, equivalente ad 1/4 del numero relativo alla 2ª lezione, equipollente ad 1/8 del numero dei presenti alla 1ª lezione.

Esaltato dalla brillante regressione geometrica, attacca la superbiosa

LEZIONE IV

IL DISCO STEREO

1. Un poco di storia

DOCENTE - Come abbiano fatto i popoli a vivere fino al 1957 proprio non si sa. Pensandoci un poco, si riscontra invero la scomparsa di zampillanti antiche civiltà, dai Fenici, ai Faraoni, poi su su fino ai Greci, ai Romani alle orde barbariche, ai feudatari, ai valvassori, alle Signorie delle Repubbliche marinare, ai... (una scure minacciosa è apparsa alle spalle del docente); dicevo dunque che nello avvicendarsi delle masse popolari, si riscontra che tutte sono scomparse, ed io qui svelerò il drammatico arcano: ciò è avvenuto perché fino al 1957 (meglio 1958) non esisteva il disco stereofonico. Fu proprio in quel fatidico anno (1957) che la Westrex Corp. annunciò di aver vinto il concorso indetto dalla FCC per la produzione di un disco fonografico atto a lacerare i timpani in doppio modo (ve l'immaginate che bustarella avrà erogato la Westrex Corp.?) Dopo un anno di diuturno lavoro, il nuovo strumento di tortura, volevo dire di diletto, era pronto. Nel 1958 l'umanità tirò un gran sospiro di sollievo, i suoi guai erano finiti, aveva il disco stereo; le (in) civiltà del 1958 sussistono ancor oggi e tutto fa credere che non si estingueranno mai.
Per pascere le avide bramosie degli incauti uditori dò subito le caratteristiche del nuovo disco. Anzitutto il nome, un vezzeggiativo soggiogante, un capolavoro di psicologia: 45/45; quando udii per la prima volta

questo appellativo, mi sentii migliore di me stesso, inebriato dal suo alato profumo.
Il bieco ceffo di quell'arcigno signore, che abita un'affilatissima roncola tinta in sanguigno, mi dice che il signore medesimo non è del tutto d'accordo ed esige che gli si spieghi almeno il perché di una denominazione tanto ributtante; mi affretto a compiacerlo per l'integrità della mia cervice: come mostra la fig. 23, il solco del disco è foggiato a V e ciascuna parete del V forma un angolo di 45° con l'orizzontale (e anche con la verticale, chi l'avrebbe mai detto?); allora tutto è limpido come il rio cristallino; quando il disco è inciso stereofonicamente, una parete del solco contiene il segnale audio del canale sinistro, mentre l'altra parete contiene il segnale audio del canale destro, quindi l'informazione stereo è inchiodata su due pareti a 2 x 45 = 90° fra loro.
Il sistema Westrex 45/45 non era certo solo; una quantità di sistemi stereo assai migliori fu bocciata in base al cristiano principio di esaltare gli umili e al granitico sano concetto che il premio va conferito agli ultimi, che per destinazione evangelica devono essere i primi, sferzando coloro i quali assaporano la soddisfazione della palese superiorità. Ancora: una formidabile commissione di esperti encefaloni

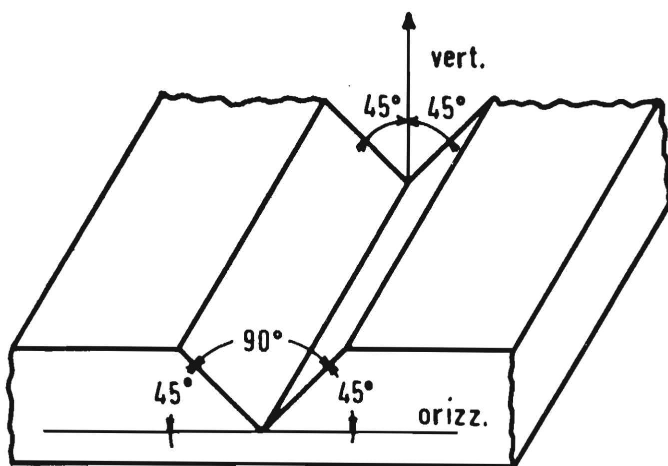


Fig. 23 - Forma di un solco non modulato di un disco inciso secondo un sistema 45/45 Westrex.

musicali non dichiarò Giuseppe Verdi negato alla musica? E Benedetti Michelangeli non fu giudicato appena degno di lucidare gli stivali ad altra concorrente pianista dai fianchi opimi?

2. Sistemi di registrazione stereo su disco

La gaiezza della mia indole vi invita a trascorrere amenamente due o tre (al massimo cinque) orette ascoltando la magistrale, quanto subdola esposizione dei più quotati possibili sistemi di registrazione stereo sui piatti sonori.
Trattenete dunque il respiro, perché chi fiaterà sarà fucilato (non ricordo bene in quale libro sacro sia scritta questa benevole avvertenza).
1. Disco a doppio solco. Vengono incisi due solchi, uno per il canale sinistro, l'altro per il destro. Una variante di questo metodo sfrutta il diametro esterno del disco per incidere un canale e il diametro interno per incidere l'altro canale (che boiata!). Altra variante arriverebbe al punto di registrare un canale sopra una faccia del disco, e l'altro canale sull'altra faccia (che schifezza!). A parte il fatto che uno dei due canali trovandosi sotto verserebbe tutto il suo contenuto per terra, occorrerebbero due testine fonografiche, una delle quali dovrebbe sottomettersi all'altra (non sarà mai!).
2. Disco con solco comune ai due canali, bidimensionale. L'informazione di entrambi i canali viene registrata in un unico solco, obbligando la puntina della capsula fonografica di riproduzione a muoversi in due direzioni, precisamente verticalmente e lateralmente. La tecnica dell'incisione verticale-laterale è disumanamente sfruttata, benché minorenne, dalle più malfamate case di corruzione inglesi (EMI, Sugden, London) e americane (Westrex e SBSL); ammirate con che sicumera sfido la casa di correzione, dove soggiorno come corrigendo.
3. Disco a solco comune ai due canali, monodimensionale. Il solco obbliga la puntina riproducente a muoversi solo lateralmente, come nel caso del disco monofonico. Il secondo canale è trasportato a dorso di una frequenza portante (Ben palesi sono l'infamia e l'ingiustizia sociale di questo sfruttatore sistema: un canale va a piedi, l'altro si fa inoltrare mollemente sdraiato sugli angolosi fianchi di una denutrita portante, accompagnato dal suono di ben due bande laterali di luccicanti ottoni. Additiamo al mondo intero, come sicario prezzolato per l'offensiva padronale, il disco stereo Minter affamatore di portanti macilente aggiogate all'ignobile carro della più reazionaria modulazione).
Nel 1957, dicevamo, la Westrex (una consociata della « Bell Telephone

Laboratories » negli U.S.A.), con la complicità delle manutengole Sudgen e London, annunciava senza rossore la nascita del disco stereo secondo la tecnica verticale-laterale. Il movimento della puntina in senso orizzontale sulla superficie del disco conduceva all'insospettata riproduzione di un canale, mentre lo spostamento della stessa puntina in senso verticale dava luogo, non meno sorprendentemente, alla riproduzione dell'altro canale (ah l'aveva capito anche Lei Signor Ingegnere? Di solito gli ingegneri non capiscono mai niente).

Per un'ineluttabile legge storica, la triplice alleanza « non può durare » (v. i voluttuosi giri di walzer dell'Italia in guerra); fu così che la Westrex modificò la sua tecnica in quella verticale-laterale a doppio 45°, con il moto della puntina a 45° rispetto al disco in un senso provocando la riproduzione di un canale e nell'altro senso pure a 45° provocando con estrema impudenza la riproduzione dell'altro canale.

La fig. 24 è stata messa lì a bell'apposta per i farmacisti, che dopo gli ingegneri, sono veri assi dell'incomprensione. Neppure l'infantile fig. 24 vale a chiarire il principio del 45/45? Ah, ma allora siete tutti laureati in gruppo!

La via che ci rimane da percorrere è lunga, aspra e forte, quindi dobbiamo abbandonare i caduti e, come in guerra, tirare diritto (già, chi si ferma è perduto! Non vi pare di aver già inteso questi aforismi?).

Cominciamo con il richiamare i fondamenti della registrazione e ri-

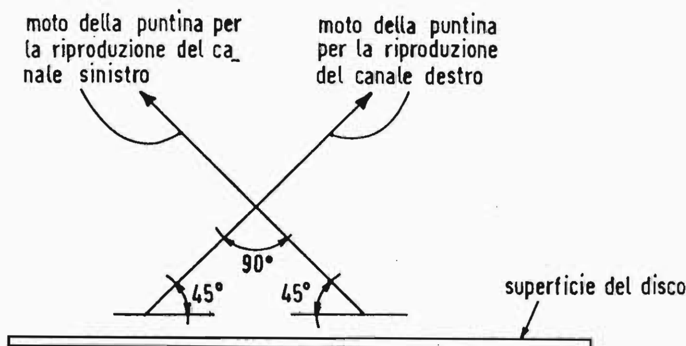


Fig. 24 - Direzioni dello spostamento della puntina nella riproduzione di uno o dell'altro canale di un solco stereo Westrex.

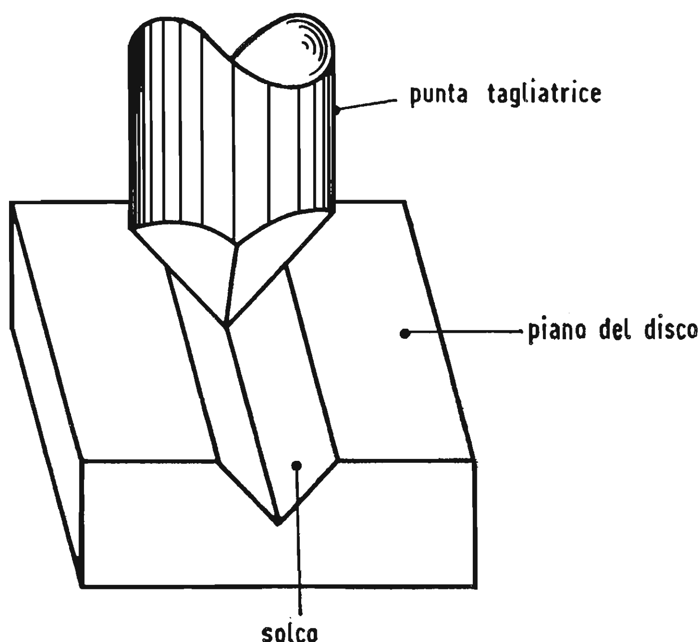


Fig. 25 - Punta di incisione che forma un solco nel disco, senza modulazione.

produzione su disco monofonico con una esposizione per minorati mentali, così forse la capirà anche il nostro direttore tecnico.
Il solco viene intagliato da una punta angolata (v. fig. 25), che scava letteralmente una trincea nel materiale del disco. In fig. 25 il solco è rettilineo, il che significa che non si è registrato alcun segnale. Quando invece si applica un segnale al meccanismo, che guida l'utensile tagliatore, quest'ultimo si muove da una parte e dall'altra d'accordo con il segnale. La fig. 26 mostra una invereconda sezione trasversale del solco del disco e gli spostamenti della puntina a sinistra e a destra rispetto al punto centrale iniziale ,in risposta al segnale applicato. La fig. 27 è una vista tridimensionale del solco, dopo il suo intaglio mediante una punta utensile, che si sposta lateralmente.
Le fig. 27 e 28 lasciano intendere di leggieri (di pesanti, per i neo laureati) che una puntina di riproduzione di transito in un simile solco,

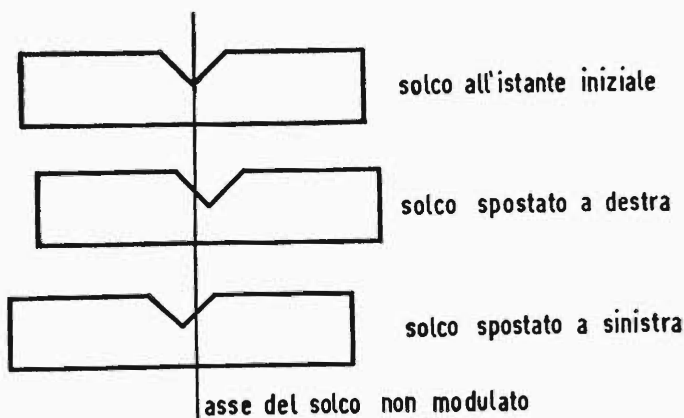


Fig. 26 - Sezioni trasversali di un solco modulato lateralmente.

si muoverà lateralmente in fedele corrispondenza, facendo sì che l'elemento trasduttore della capsula fonografica (per i laureati in Fisica: quel coso che mette nei bussolotti i movimenti meccanici e ne estrae la scossa elettrica) generi una tensione corrispondente pedissequamente alle ondulazioni del solco. Il membro al quale è attaccata la puntina o eserciterà una pressione sopra un elemento piezoelettrico, o taglierà le linee di forza di un campo magnetico e genererà in conseguenza una tensione di segnale. Mi compiaccio per l'acuta attenzione che mi prestano i bovari e i netturbini, che non sono ancora iscritti all'Università. In passato, i solchi venivano incisi verticalmente, obbligando la puntina riproducente a muoversi in su e in giù per generare il segnale. Guardando la fig. 28 si comprende che le pareti del solco si avvicinano e si scostano alternativamente. Quando la distanza fra le pareti aumenta, la puntina di riproduzione si affonda nel solco; quando le pareti si avvicinano, la puntina è sollecitata verso l'alto.
Oh uditori diletti, poiché il vostro è il volto della sofferenza, non mi basta l'animo per quanto indurito dall'atrocità, per infierire ulteriormente sopra un'assemblea di Maramaldi sferrando micidiali colpi per illustrare ciò che avviene in un disco stereo Westrex. Andate in ferie per 10 minuti, fate una valida cura ricostituente sottocutanea intramuscolare, o meglio endovenosa, esercitate la yoga e ripresentatevi ben ritemprati al massimo tra un quarto d'ora... Intervallo di 14 minuti e

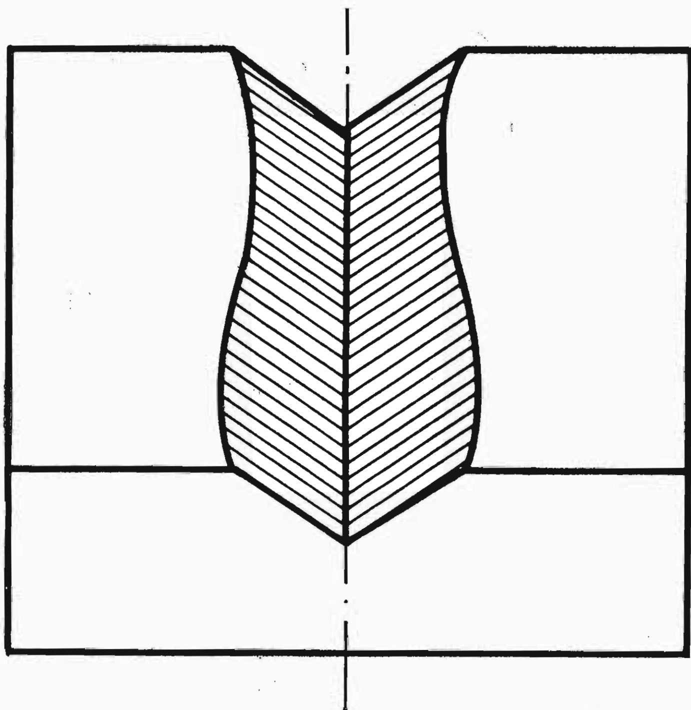


Fig. 27 - Solco di un disco modultao lateralmente.

30 secondi solari medi (cioè di quelli vecchi senza la transizione iperfina del Cesio).

3. I solchi stereo - Canali sinistro e destro

Il Δt o intervallo di tempo (fra i neo laureati in gruppo è molto stimato colui che sa cos'è il Δ, un po' meno apprezzato è colui che sa cos'è il t) trascorso dalla precedente filastrocca mi autorizza a ritenervi ben rigenerati nelle forze al punto di affrontare con apparente spavalderia lo sproloquio seguente assai più scorbutico delle precedenti lezioni.

Ci siamo lasciati con la perentoria affermazione che uno stilo riproducente si alza e si abbassa quando percorre un solco di disco modulato

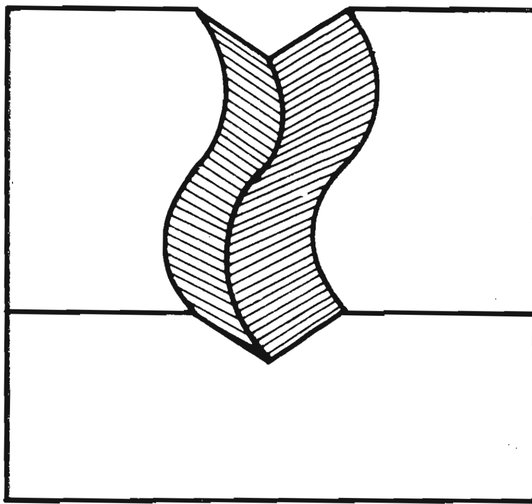


Fig. 28 - Solco di un disco modulato verticalmente.

verticalmente. Orbene, la sconvolgente malizia e la spettacolare arditezza del sistema Vestrex consistono nel fatto che con esso la puntina di riproduzione (fonografica certo... ma che genere di riproduzione intende quella signora che ride sotto i baffi?) non si muove verticamente o lateralmente quando riproduce un canale, ma si sposta a 45° (v. fig. 24; non mi direte che l'avete persa? Non la trovate? Cattivoni!). Se la puntina riproduce solo il canale sinistro, si muove da sinistra in basso, a destra in alto. Diventiamo seri; consideriamo l'esistenza di un canale per volta: come è praticato il taglio del solco per far sì che la puntina di riproduzione si muova in direzione a 45°? Qui i più forti pensatori specializzati in dubbi (è evidente l'allusione ad Amleto, il cui dubbio circa l'opportunità di vivere o no è assai meno arduo di quello da noi proposto) logorerebbero invano i loro celebrati encefalini. Ma la fig. 29, dovuta alla cortesia del Mago Merlino, svela magicamente l'arcano; essa illustra le sezioni trasversali di un solco tagliato a questo scopo.
In fig. 29 a) è rappresentato un solco vergine, cioè intagliato da uno stilo incisore al quale non è applicato alcun segnale (ma a quale verginità va pensando la signora dai baffoni, che ridacchia maliziosamen-

te?). La fig. 29 b) mostra ciò che avviene quando lo stilo incisore si sposta a 45° verso destra e verso l'alto; risultato: la parete sinistra del solco ha subito un ispessimento corrispondente all'area tratteggiata. La situazione opposta si ha quando lo stilo incisore si muove a 45° verso sinistra o verso il basso; il risultato è indicato in fig. 29 c) dove si nota che la parete sinistra del solco ha subito un assottigliamento. In conseguenza, come la parete sinistra diventa alternativamente più grossa e più sottile, la puntina di riproduzione è forzata a muoversi su e giù lungo la parete destra. Considerando il disco in posizione di riproduzione, la modulazionoe della parete sinistra rappresenta il segnale del canale sinistro secondo la norma RIAA (rinuncia a spiegare il significato di questa sigla, dico solo che la norma prescrive l'intensità della registrazione in funzione della frequenza, ma voglio rifuggire da simile turpiloquio). Analogamente, la modulazione della) è una vista prospettica di un solco stereo contenente solo la mo-

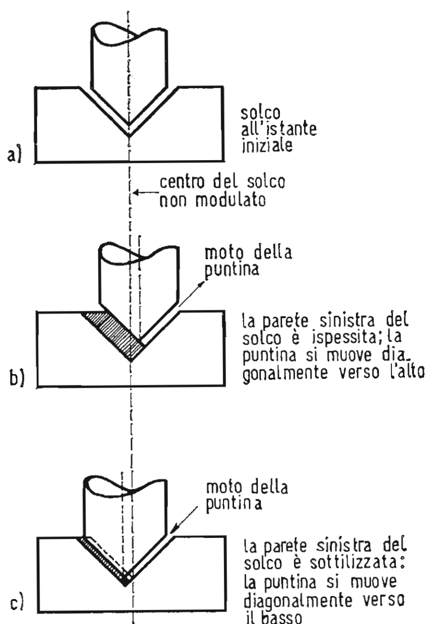
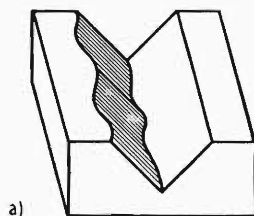


Fig. 29 - Sezione trasversale di un solco a 45° contenente solo la modulazione del canale sinistro.



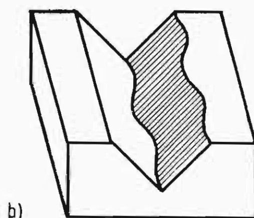


Fig. 30 - Solco stereo contenente solo la modulazione del canale: a) sinistro, b) destro.

la parete destra rappresenta il segnale del canale destro. La fig. 30 dulazione del canale sinistro; la fig. 30 b) è la vista prospettica di un solco stereo contenente solo la modulazione del canale destro. I successivi stringimenti ed allargamenti della parete sinistra nel primo caso, o della parete destra nel secondo caso, obbligano la puntina riproducente a muoversi su e giù a 45°, o da sinistra in basso verso destra in alto, o da destra in basso verso sinistra in alto. (v. ancora la fig. 24, proprio quella finita nel cestino o in un luogo assai più ignobile).
C'è qualcuno che mi tira la falda del giacchettino e mi sussurra malignamente all'orecchio che i due canali vengono registrati insieme e non solo il canale sinistro o quello destro. La freccia è avvelenata; il malvagio prosegue sicuro di premermi col suo micidiale tallone: « come può allora uno stilo incisore o riproduttore muoversi in due modi in una volta sola, ossia nelle due direzioni della fig. 24? » (il nostro contestatore deambula sempre con una copia della fig. 23 ben protetta in una tasca). Ingoio il rospo ed ecco che la smorfia di dolore si tramuta

in sorriso di trionfo; ecco la risposta: le cose non vanno così, la puntina si muove secondo la netta risultante dei segnali dei due canali. A conforto della superba affermazione, eccovi la fig. 31 che chiarisce il misfatto persino agli studenti del 5° anno del Politecnico (uno di essi, un vero 30 e lode e bacio in fronte, dopo aver emesso suoni gutturali per esclamare « oh il parallelogramma delle forze! » cade riverso per lo sforzo compiuto). Per i pi ùritardati mentali, diciamo: la fig. 31 a) rappresenta il caso di due forze (S = sinistra, D = destra) di uguale intensità agenti sopra un punto materiale P (voi che avete gli intelletti sani, avete subito identificato il punto materiale con la puntina fonografica); questo si muove in direzione della risultante R facente angoli uguali con le forze S e D, cioè verticalmente. Se le forze S e D non sono uguali, come in fig. 31 b), e se D è maggiore di S, la risultante R fa muovere il punto P secondo la sua direzione inclinata rispetto alla

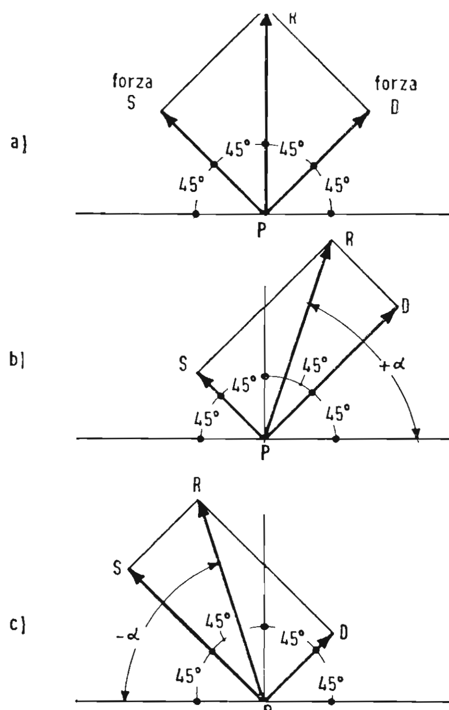


Fig. 31 - Risultante di due forze agenti sopra un punto materiale

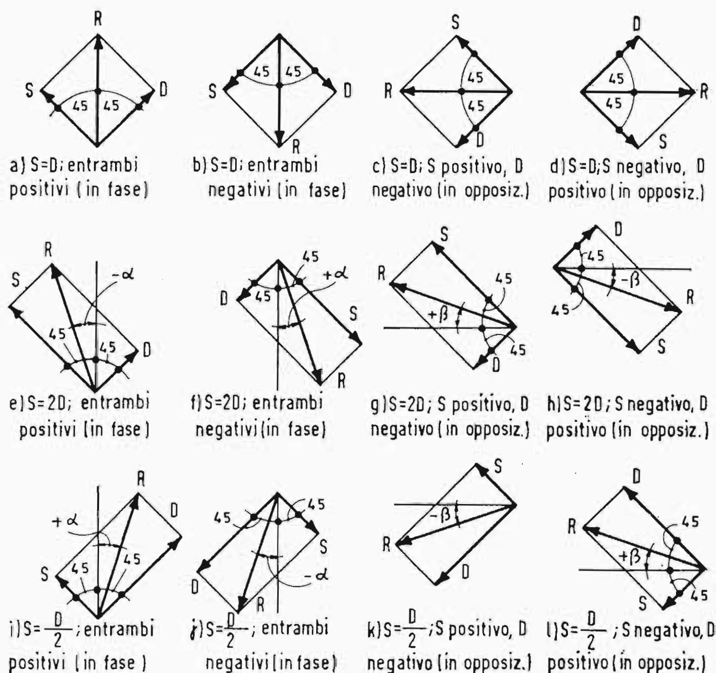


Fig. 32 - Possibili spostamenti delle puntine sotto le azioni dei segnali S e D.

verticale e anche all'orizzontale; rispetto a quest'ultima, l'angolo è al massimo 90° (S=D) e al minimo quello individuato da D (S=O). La fig. 31 c) rappresenta il caso in cui S è maggiore di D, dove P si sposta verso l'alto a sinistra formando un angolo con la verticale in senso opposto a quello della fig. 31 b).

Se la punta d'incisione è sottoposta all'azione di due forze uguali in intensità, dovute ai due motorini a loro volta azionati dai segnali dei canali sinistro e destro, secondo il sistema Westrex 45/45, la puntina stessa è obbligata a spostarsi verticalmente in su e in giù, o orizzontalmente a destra e a sinistra a seconda della fase dei segnali pilota di canale.

Per convenzione, riteniamo positivi (cioè di fase positiva) i segnali diretti verso l'alto, negativi (cioè di fase negativa) i segnali diretti verso

il basso. Le forze che agiscono sulla punta hanno le stesse fasi (o polarità, o senso) dei segnali che le generano.

4. Composizione dei moti della puntina

Adesso, se state buoni, vi presento la fig. 32, che, non per farmene un vanto, è un vero capolavoro, perché riassume tutti i casi possibili di spostamento della punta incidente (e in conseguenza anche della puntina riproducente quando percorre il solco inciso) con un nitore adamantino, che non trovereste in nessun libro nemmeno dopo vari centenni di affannose ricerche.
Dunque attenti! Si raccomanda di servirsi un'abbondante porzione di alcoolici miscelati di almeno 55 gradi ciascuno.
— fig. 32 a) I segnali sinistro S e destro D sono di uguale intensità, entrambi positivi (cioè sono in fase) e inclinati a dovere di 45° sul piano orizzontale del disco. La risultante R è diretta verticalmente in alto.
— fig. 32 b) I segnali S e D sono di uguale intensità, entrambi negativi (cioè sono in fase) e inclinati come sopra. La risultante R è diretta verticalmente in basso.
— Possiamo dunque trarre l'importante conclusione che quando i segnali sono in fase (entrambi positivi, o entrambi negativi) la risultante è verticale, cioè la puntina si sposta verticalmente (in alto o in basso rispettivamente). In questo caso, la registrazione coincide con quella « verticale » monofonica.
— fig. 32 c) I segnali S e D sono di uguale intensità, ma S è positivo, mentre D è negativo; inclinazione come sopra. La risultante R è diretta lateralmente, ossia orizzontalmente, verso sinistra. Qui si dimostra inequivocabilmente che non è affatto vero che due forze eguali e contrarie (una positiva, l'altra negativa) si annullano. Vi mettiamo in guardia contro la criminalità dei testi di Fisica, che osano affermare una cosa tutta sbagliata. Se fosse vero che le due forze S e D (uguali e contrarie) si annullano, la puntina starebbe ferma, mentre invece si sposta!
Quel ragazzino che alza la mano là in fondo, che per non aver ancora frequentato le scuole medie è ancora in grado di fare un piccolo ragionamento, mi tira questa frecciata: « Le due forze di fig. 32 c) sono uguali, ma agiscono in direzioni a 90°, ed è per questo che la somma vettoriale non è zero ». Il ragazzino ha ragione, ma corre un gravissimo pericolo di vita. Gli ricordiamo la tragica esperienza di quel tale che credendo fermamente che due forze eguali e contrarie si annul-

lano, si pose in mezzo a un binario sul quale correvano in senso opposto due treni di uguale peso e velocità (è questo il caso tipico delle due forze eguali, contrarie e agenti nella stessa direzione, la risultante delle quali, secondo la Fisica, è zero) esclamando « Sono uguali ed opposti, non possono farmi niente, è come se non ci fossero! » Fu così, che quel tale andò ad accrescere di un'unità le vittime della scienza e della ricerca sperimentale. Diffidate di ciò che vi infinocchiano a scuola!

Andiamo avanti.

— fig. 32 d) I segnali S e D sono di uguale intensità, ma S è negativo e D è positivo; inclinazione come sopra. La risultante R è diretta lateralmente, ossia orizzontalmente, verso destra. Cioè anche in questo caso le due forze eguali e contrarie non si fanno per nulla equilibrio.

— Dalle figure 32 c) e 32 d) possiamo trarre l'importante conclusione che quando i segnali (e quindi le forze) sono uno positivo e l'altro negativo (ma di uguale valore), la risultante è orizzontale e la puntina si sposta lateralmente a sinistra o a destra. In questo caso, la registrazione coincide con quella « laterale » monofonica.

— Ci rimane ora da esaminare gli stessi quattro casi a), b), c), d) precedenti nel caso in cui i segnali S e D non siano uguali.

Cominciamo con il caso S più forte di D; per es. S = 2D, ossia D = S/2.

— fig. 32 e) S positivo e maggiore di D; D positivo; cioè i due segnali sono diversi e in fase (positiva). La risultante R è diretta verso l'alto, forma un angolo α (negativo) rispetto alla verticale.

— fig. 32 f) S = 2D negativo; D negativo; cioè i due segnali sono diversi e in fase (negativa). La risultante R è diretta verso il basso, forma l'angolo α (positivo con la verticale; precisamente la R ha la stessa direzione della R del caso e), ma ha senso opposto.

— fig. 32 g) S = 2D positivo; D negativo; cioè i due segnali sono diversi e di fase opposta. La risultante R è diretta verso sinistra e forma un angolo β (positivo) con l'orizzontale.

— fig. 32 h) S = 2D negativo; D positivo; cioè i due segnali sono diversi e di fase opposta. La risultante R è diretta verso destra e forma un angolo β (negativo) con l'orizzontale; precisamente la R ha la stessa direzione della R del caso g), ma ha senso opposto. Facciamo ora il caso di D maggiore di S, per es. D = 2S, ossia S = D/2.

— fig. 32 i) S = D/2 positivo; D positivo; cioè i due segnali sono diversi ed entrambi positivi. La risultante è diretta verso l'alto e forma un angolo α (positivo) con la verticale.

— fig. 32 j) S = D/2 negativo; D negativo; cioè i due segnali sono diversi ed entrambi negativi. La risultante R è diretta in basso e forma

un angolo α (negativo) con la verticale; precisamente, la R ha la stessa direzione della R del caso i), ma ha senso opposto.
— fig. 32 k) S = D/2 positivo; D negativo; cioè i due segnali sono diversi e di fase opposta. La risultante R è diretta verso sinistra e forma un angolo β (negativo) rispetto all'orizzontale.
— fig. 32 l) S = D/2 negativo; D positivo; cioè i due segnali sono diversi e di fase opposta. La risultante R è diretta verso destra e forma un angolo β con l'ozzontale, precisamente, la R ha la stessa direzione della R del caso k), ma ha senso opposto.
Così, senza parere abbiamo esaminato ben 12 diverse combinazioni di ampiezze e fasi dei segnali e delle forze, che intervengono nell'incisione di un disco stereo.

5. Moto della puntina nel disco stereo Westrex 45/45

La coscienza mi rimorde e per farla tacere devo esaurire l'argomento conn la fig. 33 dove in a) è fatto un confronto fra il taglio laterale di un solco di disco monofonico (a sinistra) e il taglio di un solco di disco stereo 45/45; in b) è rappresentato il moto della punta incidente nel disco stereo Westrex nei quattro casi di solo canale sinistro, solo canale destro, entrambi i canali in fase, entrambi i canali in opposizione (fase opposta).
Darò l'ultimo giro di vite madre della ruota della tortura presentando anche la fig. 34, che riassume visualmente tutti gli orrori che sono andato via via commettendo nel corso della mia nefanda esposizione di come è fatto un disco stereofonico.
Ma non crediate di cavarvela così a buon mercato.
Il peggio vi aspetta ancora!
Il signor Jempsale prende la parola.
JEMPSALE - Un momento. Anche lei non creda di cavarsela. Ecco la mia problemata. Che cavolo sono in fig. 33 la lettera A, l'espressione $A/\sqrt{2}$ e i 3,0 dB relativi per canale? Ma sa che più ermetico di così non poteva essere?
DOCENTE - Oh genitrice del lattonzolo! Queste cose le capiscono anche i dinosauri. Il mio Flick, un piccolo Brontosauro per uso domestico, appena ha visto la fig. 33, lei mi deve credere, si è così espresso:
« "*A*" è una misura del segnale di uscita di ciascun canale ed equivale in a) a sinistra (cioè per l'incisione laterale) all'escursione in più o in meno della puntina rispetto al solco vergine (segnato con tratto grosso); se l'escursione ha ampiezza A e l'uscita è ancora A, vuol dire che

non c'è attenuazione, perciò 0 dB. Passiamo a destra della fig. 33 a). L'ampiezza dell'escursione è sempre A; ma qui la puntina si sposta diagonalmente a 45°...! »

JEMPSALE - Che febbre equina! Prosegua.

DOCENTE + FLICK - « Allora l'uscita non è più A, ma è minore. Il moto della punta avviene perpendicolarmente alle pareti del solco, pure inclinate di 45° rispetto all'orizzontale e alla verticale. L'angolo formato dalle pareti con la direzione del moto della puntina risulta 45 + 45 = 90° (eppure non scotta). La direzione valida per valutare l'uscita è dunque perpendicolare alle pareti; perciò l'escursione utile è il segmento compreso tra una parete e la linea del solco vergine ed equivale al lato di un triangolo rettangolo isoscele avente per ipotenusa il segmento A. Ma tale triangolo è un mezzo quadrato avente per diagonale a sullo-

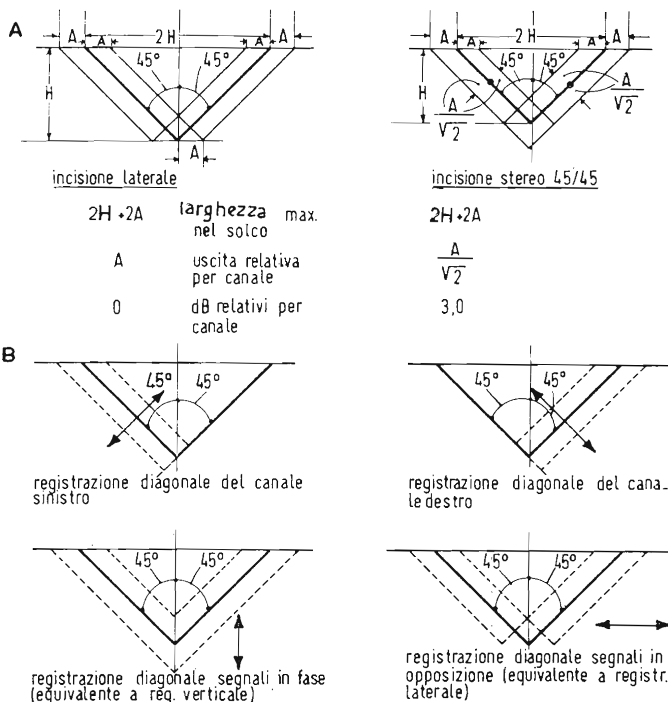


Fig. 33 - Moto della puntina nel disco stereo Westrex 45/45.

data ipotenusa e da Pitagora in poi si sa che il rapporto fra la diagonale e il lato del quadrato è $\sqrt{2}$. Se la diagonale d = A vale $\sqrt{2}$ volte il lato 1, significa che 1 vale $A/\sqrt{2}$. Poiché $\sqrt{2} = 1{,}41$, $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707$, che corrisponde a 3 decibel, ossia 3 dB ». Fin qui ha parlato Flick e mi pare che sia stato esauriente.

JEMPSALE - Esauriente un corno! La dotta elocubrazione del suo scaglioso animaletto mi ha ulteriormente ottenebrato la mente. Concluda qualcosa in parole semplici.

DOCENTE - Il segnale di uscita fornito da un disco stereo è minore, a parità di larghezza del solco, del segnale fornito da un disco a incisione aterale (monofonico). L'attenuazione è uguale a 0,707, cioè invece di dare, per es., 1V, dà 0,707 V.

Se esprimiamo questo rapporto in decibel, si trova:

20 lg 0,707 = 3,012 che possiamo benissimo arrotondare in 3,0 dB, data l'irrazionalità di $\sqrt{2} = 1{,}41 \div 1{,}42$.

JEMPSALE - Guarda guarda che razza di guazzabuglio che c'era sotto! Come facevamo a capirci qualcosa? Non avevamo nemmeno l'ombra del sospetto che il disco stereo fosse tanto infernale. Io, non per vantarmi, tra il teorema di Pitagora, il numero $\sqrt{2}$ irrazionale e quel che è peggio il logaritmo di 0,707, non ho capito proprio niente. Una cosa

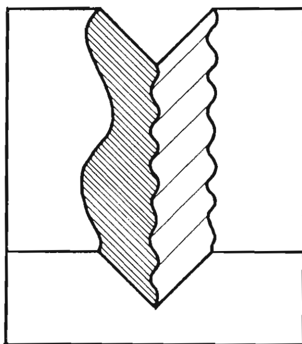


Fig. 34 - Solco stereo con segnali differenti nei due canali, cioè nelle due pareti.

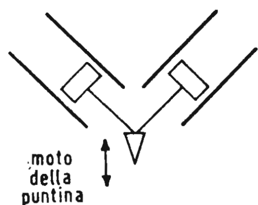
è certa, che non comprerò mai un disco stereo; quello è capace di tutto, quando l'hai acquistato, ti sbatte fuori casa.
Si seppe poi, che il Jempsale finì tragicamente sotto i tiri delle cerbottane di un rivenditore di dischi.
Coro degli uditori discenti disintegrati:
« *La figura trentatre mi spaventa e mi seduce, microsolco e punta fine, la lezion diventa truce!* »
Coro degli uditori stipendiati:
« *Pesti, storpi e incitrulliti, la lezione ci ha smagati, obbligata è la presenza, che per questo siam pagati* ».
Il Docente, dopo essersi assicurato che la furia dei discepoli si fosse scaricata con estrema violenza sulla sua controfigura, rileva con allegro disappunto che i presenti sono ancora la metà della volta precedente, il che equivale a dire che la massa degli ascoltatori è ridotta a 1/16 rispetto alla prima lezione. Con rinnovato vigore, dà inizio alla

LEZIONE V

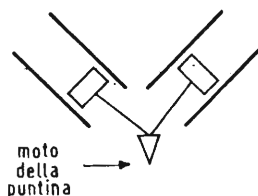
« SCUSATEMI, MA DEVO INSISTERE SUL DISCO STEREO »

1. Messa in fase

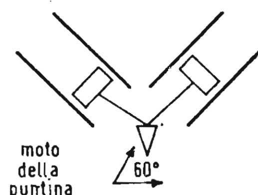
DOCENTE - Una sollevazione di popolo, con una violenta manifestazione (incruenta, n.d.r.) di piazza, contesta la prolissità della mia chiacchierata sul disco stereo. Ma non sono uno che si lascia intimidire; poiché è illogico piantare a tre quarti un discorso, che richiede una conclusione, continuerò imperterrito il mio dire in questa 5ª lezione, spingendo l'impudenza fino a minacciare un'altra ancora sullo stesso argomento. So quello che voglio e nessuno mi fermerà! Che bell'esempio di superba volontà!... Pausa.
In camera caritatis, le cose non stanno proprio così; la sollevazione popolare non c'è stata, altrimenti al minimo accenno me la sarei data a gambe. Si tratta di uno scrupolo della mia animuccia, imposto dal timore che il fiume di troppo prolissi onori del mento fosse provocato dalle lezioni sul disco stereo; faccio atto di contrizione per aver spinto la presunzione al punto di ritenermi tanto influente. Parliamo dunque di come avviene la riproduzione sonora da un disco inciso stereo.
La puntina riproducente segue il solco stereo (v. la fig. 34 dell'ultima lezione). Ora il processo s'inverte rispetto alla registrazione. Il moto della punta di riproduzione è il netto risultato delle forze esercitate dalle due pareti. Questo unico moto risultante influisce su entrambi gli elementi strasduttori di una capsula stereo di riproduzione, ma in



a) La puntina si alza e si abbassa; i pistoni si spostano in su e in giù per una distanza uguale.



b) La puntina si muove lateralmente a destra; un pistone si alza, l'altro si abbassa.



c) La puntina si muove a 60° rispetto all'orizzontale; i pi_ stoni si alzano; quello a destra si sposta di una distanza maggiore.

Fig. 35 - Analogia meccanica che mostra l'effetto del moto della puntina su ciascun elemento trasduttore di una capsula fonostereo di riproduzione.

modo diverso. Perciò ciascun elemento del fonorivelatore produce segnali differenti. L'analogia meccanica rappresentata in fig. 35 valga a chiarire le idee (è stata concepita per i meno lunghi di cervello). Si vedono due « pistoni » legati alla puntina. In fig. 35 a), la puntina si muove verticalmente in su e in giù; ovviamente entrambi i pistoni si muovono insieme anch'essi in su e in giù; e in uguale misura. In figura 35 b), la puntina si sposta a destra, allora un pistone si alza, mentre un altro si abbassa. In fig. 35 c), la puntina si muove formando un angolo di 60° con l'orizzontale; allora entrambi i pistoni si alzano, ma quello di destra si sposta verso l'alto maggiormente di quello di sinistra. Quindi nel caso generico di un moto qualsiasi della punta, ciascun pistone ha un suo moto diverso da quello dell'altro pistone. In modo analogo, il moto della puntina di una cartuccia stereo di riproduzione

viene risolto da ciascun elemento trasduttore nei rispettivi segnali del canale sinistro e del canale destro. La realizzazione dell'analogia meccanica è indicata schematicamente in fig. 36, che è il disegno di principio di un fonorivelatore stereo piezoelettrico (non indugio a spiegare la parola « piezoelettrico », perché chi la conosce già, non ha bisogno di spiegazione e chi non la conosce non capirebbe niente lo stesso). Il moto della puntina è trasmesso da un membro accoppiatore a due cristalli o dispositivi piezoelettrici. Quando il membro di accoppiamento fa variare la pressione su ciascun cristallo, questo produce una corrispondente tensione.
Se avete la compiacenza di rivolgere un benigno sguardo alla fig. 35 b), potete constatare che in registrazione, se un « pistone » spinge, mentre l'altro tira, lo stelo incisore si sposta lateralmente. Ciò fa cogitare sul seguente diabolico fatto: se a ciascun elemento trasduttore di una testina di registrazione vengono applicati gli stessi segnali, ma di fase opposta (per i laureandi in gruppo: un segnale è negativo, quando l'altro è positivo), lo stilo registratore fa un taglio laterale. D'altro canto (parte, per gli universitari), se i due segnali sono in fase (fig. 35 a), lo stilo intagliatore traccia un solco modulato verticalmente. Ordinariamente i due segnali stereo hanno molta somiglianza fra loro, poiché, alla fin fine scaturiscano da una stessa sorgente (pentimento: ci sono non poche eccezioni a questa norma). Questi segnali, specialmente

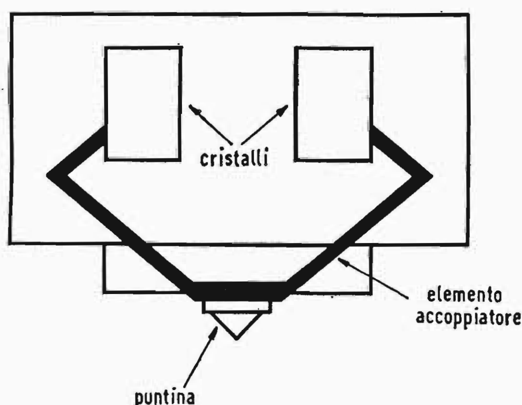


Fig. 36 - Vista schematica interna della capsula stereo BF 40 di riproduzione Ronette Acoustical Corp.

alle frequenze più basse, tendono a essere in fase, quando raggiungono ognuno il proprio microfono. In conseguenza della subdola connivenza (una vera e propria associazione a delinquere) dei segnali simili in fase facenti capo ai due elementi della testina di registrazione, lo stilo tende a tagliare un solco essenzialmente verticale, al quale vanno associati problemi di distorsione e di risposta malvagia in frequenza. Non c'è probo viro che non senta lo stimolo a reagire contro tanta nequizia e non sventoli un cartellone (oggi sono molto di moda) con la scritta « Morte all'escursione verticale! » Per passare all'azione, cominciamo con l'invertire la fase di un canale, il che può essere fatto anche da un dottore in ingegneria, semplicemente scambiando i conduttori di un canale (v. fig. 37); abbiamo così assestato un fiero colpo ai due segnali, che si trovano ora in opposizione di fase.
Inneggiamo alla prima vittoria: il solco risulta modulato lateralmente! Adesso ci pare di capire la ambigua affermazione di quell'ipocrita di RIAA: « Segnali uguali e in fase nei due canali devono dar luogo alla modulazione laterale del solco ». La spiegazione più elementare è data da Sherlock Holmes, che applicando il metodo deduttivo deduce che:

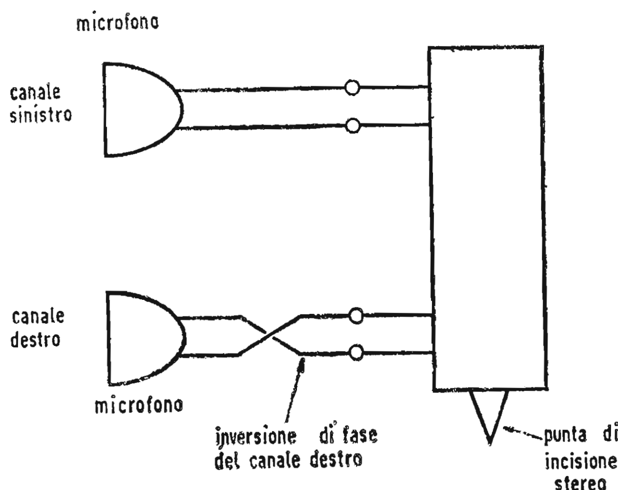


Fig. 37 - Inversione della fase di un canale per cui lo stilo registratore inciderà un solco essenzialmente laterale.

« Sebbene i segnali originali tendano a essere in fase, si scambiano tra loro i fili che vanno ad uno degli elementi, per cui, dal punto di vista dell'incisore, i segnali arrivano in opposizione di fase, con il giocondo risultato di effettuare un taglio essenzialmente laterale ». E' doveroso, da parte nostra, meravigliarci come tanti dottori Watson.
Se il solco è intagliato lateralmente, ciascun elemento trasduttore della testina di riproduzione fornisce lo stesso segnale, ma i segnali dei due canali sono sfasati di 180° (provate a guardare ancora la fig. 34, chissà che riusciate a capirci qualcosa!). Perciò la capsula fonorivelatrice (« pic-ap » per i giovani professori di inglese; se scrivessimo « pick-up » probabilmente non lo riconoscerebbero) stereo rende la situazione originale; cioè i segnali che originariamente erano in fase, ma che sono stati presentati sfasati alla testina di registrazione, ora vengono nuovamente rovesciati di fase relativamente fra loro, per cui essi sono ancora una volta in fase. Indubbiamente, sono necessari un lungo periodo di preparazione spirituale ed una naturale inclinazione alla meditazione per arrivare a intuire la immensa portata di questo aforismo.
Rassicuro l'impallidito uditore stipendiato che l'operazione di rovesciamento della fase, non la deve fare lui a mano, ma avviene automa-

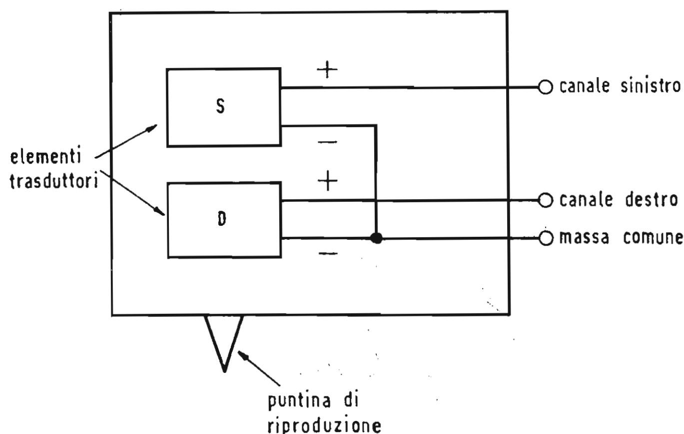


Fig. 38 - Connessione interna di una capsula a 3 terminali di riproduzione per ottenere la corretta relazione di fase.

ticamente (che prodigio!) nella capsula se si è avuta la chiaroveggenza di collegare opportunamente i fili.
Certe testine (parliamo sempre e solo di quelle fonografiche) hanno solo tre terminali di uscita (Menelao ne aveva solo due), già debitamente connessi dal fabbricante (losco trafficante che agisce nell'ombra e mai meglio identificato) come indica la fig. 38 dove la fase indicata da + e — si riferisce al segnale originale ai microfoni. In realtà l'uscita del trasduttore destro è di fase opposta a quella del trasduttore sinistro. Poiché i segnali vengono invertiti nella testa di incisione, la seconda incisione li riporta in fase. Tal altre testine possiedono ben quattro terminali di uscita (ingiustizia sociale), come si vede in fig. 39; queste impongono allo utente (titolo nobiliare spesso riportato sui biglietti da visita di chi non vanta più note qualifiche) di fare le corrette connessioni, affinché il segnale uscente da uno degli elementi della capsula stereo sia, in ultima analisi, in fase col segnale uscente dall'altro elemento, ovvero, dal punto di vista puramente della testina riproducente, affinché l'uscita di un elemento sia fuori fase con quella dell'altro. La fig. 40 illustra connessioni errate.
Vien fatto di chiederci perché si vogliono a bellapposta complicare le cose fabbricando capsule fonografiche a 4 fili, quando con quelle a 3

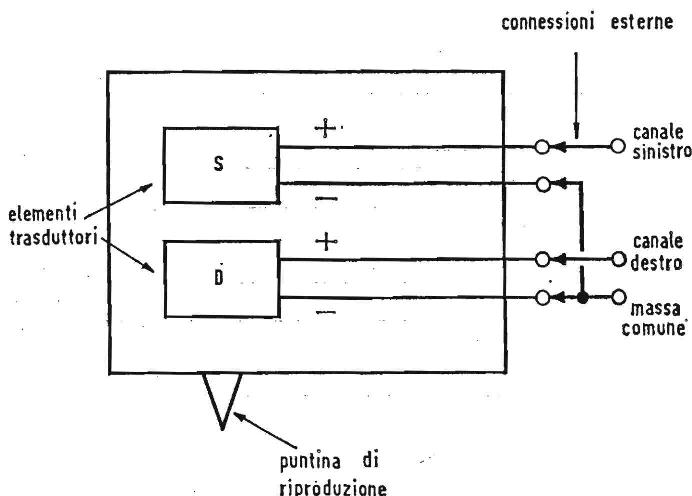


Fig. 39 - Connessioni esterne errate di una capsula stereo a 4 terminali di riproduzione per ottenere la corretta relazione di fase.

fili è già tutto sistemato e non c'è possibilità di errore. Qualcuno, evidentemente prezzolato, vi dirà che lo scopo dei 4 fili è di avere una massa propria per ciascun canale all'ingresso dell'amplificatore, il che permette di captare minore ronzio; non lasciatevi infinocchiare, né soggiogare dalla facondia di quel losco individuo, che insisteva dicendo che per gli amplificatori stereo C.B.S. occorre che i segnali stereo siano in opposizione di fase per es. +S e —D; con 4 fili c'è la possibilità di invertire un canale rispetto all'altro. Vi abbiamo avvertito già che son tutte fandonie, perché è possibilissimo fabbricare capsule a 3 fili con le necessarie relazioni di fase, o anche costruire amplificatori stereo di controllo, che permettono di invertire la fase di un canale rispetto all'altro. Se per dannata ipotesi vi imbattete in un fonorivelatore a 4 fili, come potrete fare per sapere se le fasi sono giuste? Vi rivelo il segreto per scoprirlo, ma non ditelo a nessuno, per carità! Basta combinare le due uscite come in fig. 41 e applicarle ad un unico amplificatore, quando la capsula sta riproducendo un disco monofonico; ecco la chiave del mistero (che suspense spasmodica! Nevvero?): se la fase per lo stereo è errata, le uscite risultano sfasate con un disco monofonico contenente modulazione laterale ed il suono svanisce fino

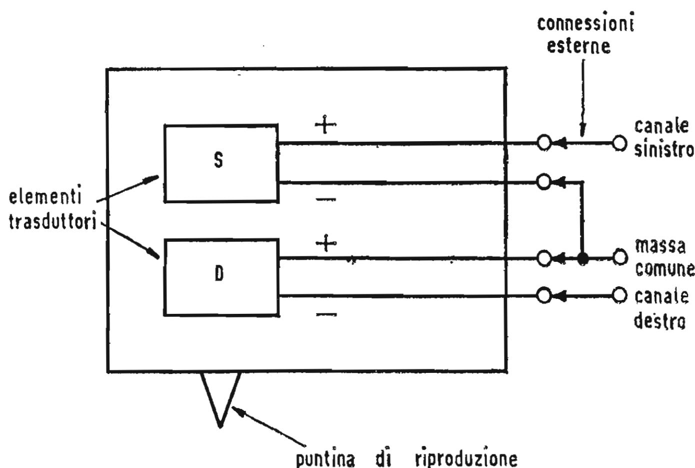


Fig. 40 - Connessioni esterne errate di una capsula stereo di riproduzione a 4 terminali.

a scomparire del tutto. Il colpo che vi ho assestato è grave, riconosco di esser stato troppo cattivo, non dovevo farlo. Per tentare di consolarvi, dico che se anche si prende con fase errata un segnale da una sezione della capsula stereo, si può rimediare invertendo le connessioni dell'altoparlante di un canale (fig. 42). Giacché sono in via di confessioni, dico a vostro conforto, che il miglior modo di suonare un disco monofonico con una capsula stereo è di mettere in parallelo le due uscite del fonorivelatore stesso, tenendo presente che se non si sente niente, vuol dire che le fasi per lo stereo erano sbagliate. Io sfrutto spesso questa curiosa proprietà quando suono i dischi monofonici di San Remo e di Canzonissima.
Senza che ve ne siate accorti, ho diabolicamente manovrato in modo da trascinarvi nel labirinto della compatibilità; ormai siete in mio potere, senza via di scampo.

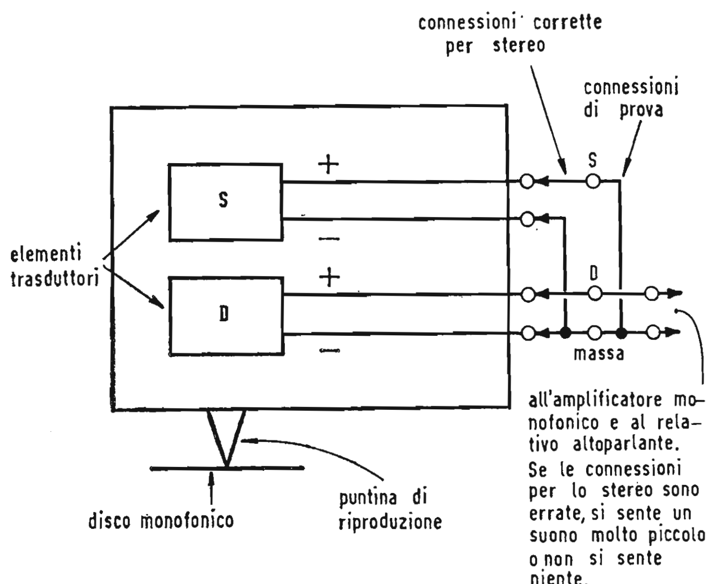


Fig. 41 - Collegamenti di prova per determinare se una capsula stereo di riproduzione a 4 terminali possiede le giuste fasi.

2. La compatibilità

La compatibilità riguarda: 1) la capacità di una capsula monofonica di riprodurre un disco stereo; 2) la capacità di una capsula stereo di riprodurre un disco monofonico.

a) Compatibilità di fonorivelatori monofonici.

La norma stereo RIAA esige che segnali in fase ai microfoni (contenenti tutta l'informazione audio) incidano un solco tagliato lateralmente su un disco stereo. Ne segue che una capsula riproducente, che risponde solo al moto laterale nel solco, riproduce la somma dei canali S e D di un disco stereo. E' questo il caso di un fonorivelatore monofonico, che riproduce la piena informazione audio di un disco stereo, sebbene i due canali siano combinati; la compatibilità esiste solo in senso elettrico. In senso meccanico le cose vanno peggio: le capsule monofoniche non sono meccanicamente compatibili. Sebbene abbiano una complianza laterale molto alta della puntina (la complianza non è una cosa mangiativa, ma è una specie di cedevolezza) al moto laterale sotto l'azione di una piccola forza impressa dal solco del disco, la loro complianza verticale è spesso troppo piccola.

Questo sì che è un dramma giallo! Invero, la capsula monofonica deve avere una certa proprietà in verticale, affinché possa adeguarsi all'ef-

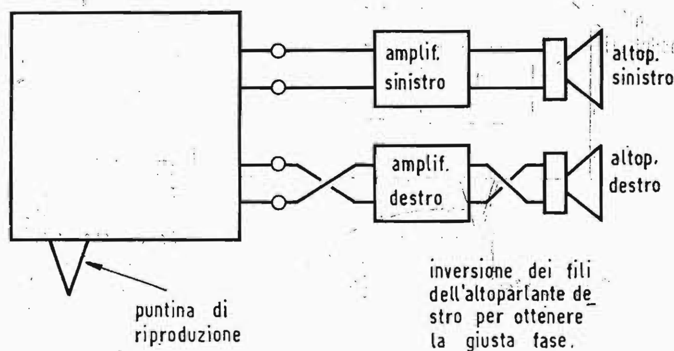


Fig. 42 - Compensazione dello sfasamento errato di una capsula stereo di riproduzione a 4 terminali invertendo le connessioni di un altoparlante (il destro).

fetto di pinzamento, tendente a sollevare lo stilo quando il solco si restringe nei punti di brusca curvatura (fig. 43).

Allora, se la capsula ha scarsa complianza verticale, quando il solco stereo forza la puntina verso l'alto, la puntina resiste alla pressione esercitata delle pareti del solco, al punto di intagliare il solco e di distruggere l'informazione verticale in esso contenuta. Questa è la triste verità, ed in coscienza non potevo più tenervela nascosta. Ricordate: *non suonate un disco stereo con una capsula monofonica, perché rovinereste irrimediabilmente il disco.*

b) Compatibilità di fonorivelatori stereo.

Una capsula stereo è adatta a riprodurre dischi monofonici soddisfacentemente, perché la sua puntina è libera di muoversi anche in senso laterale. Però anche qui il diavolo ci mette la coda facendo comparire un forte *rombo* (*rumble*, per chi conosce l'azerbigiano) imputabile soprattutto al motorino fonografico e ai supporti. Il *rombo* obbliga la puntina a muoversi lateralmente e verticalmente; il rombo verticale è circa il triplo di quello laterale. Perciò quando si suona un disco monofonico, una capsula stereo avente una grande complianza

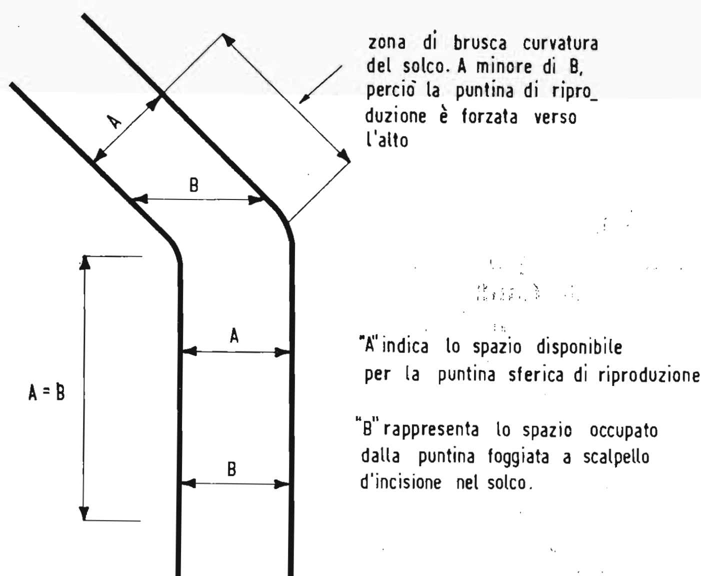


Fig. 43 - Effetto di pinzamento esercitato dalla puntina di riproduzione nei punti dove il solco presenta una brutta curvatura.

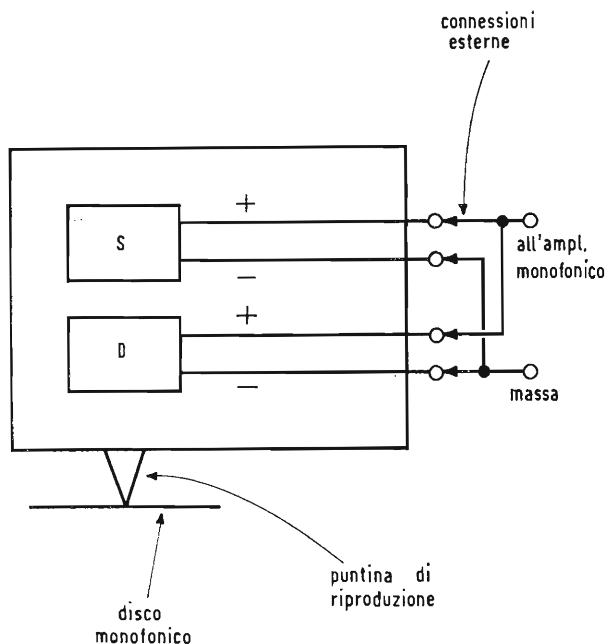


Fig. 44 - Connessioni per suonare un disco monofonico con una capsula stereo di riproduzione a 4 canali.

verticale riproduce un rumore essenzialmente più forte di una capsula di bassa complianza verticale.
Contro il diavolo opponiamo l'acqua santa, combinando le due uscite della capsula stereo, per cui i loro effetti si sommano rispetto all'informazione laterale (audio), mentre si cancellano rispetto alla informazione verticale (rombo) (fig. 44). Tale combinazione comporta un fasamento come per lo stereo (fig. 41). Basta adottare un commutatore semplicissimo per fare un ponticello fra le uscite di sinistra e destra quando si vogliono suonare dischi monofonici.
Per il dannato caso di fasi errate della capsula, è possibile provvedere mezzi nell'amplificatore stereo per invertire la fase di un canale in uno stadio intermedio e poi sommare i due canali (fig. 45°).
Se c'è qualche fesso che vuole prelevare il segnale da una sola sezione di una capsula stereo per suonare un disco monofonico, lo faccia pure, ma non potrà trarre profitto per cancellare il rombo verticale. Inoltre, il rapporto segnale/rumore sarà peggiore, perché usando solo metà

capsula, il segnale utile applicato all'amplificatore è pure la metà. Dopo questo spiegone, voi siete tanti Franceschi Ferrucci e io non voglio essere Maramaldo, quindi cesso d'infierire.

Il rotondo signor Vespasiano interloquisce:

VESPASIANO - Vuole avere la complianza, scusi, la compiacenza di ripetere tutto dal principio? Perché non mi è stato possibile capire neppure la proverbiale H.

DOCENTE - Signor Vespasiano, lei è un monumento omonimo... di angelica ingenuità! Lo sa, o non lo sa che non trovo più nessuno disposto a farmi da controfigura, perché i precedenti riposano sotto le verdeggianti zolle del cimitero? Sarò un tipo strano, ma non mi fagiola essere linciato.

Il signor Vercingetorige interviene con prepotenza:

VERCINGETORIGE - Basta avere un poco d'intelligenza e si capisce tutto. Poiché il professore è imbranato, riassumo io in 4 e 4 dieci l'intera caotica lezione! Ascolti, beneamato signor Vespasiano e vedrà come le chiarisco le ideucce.

Per fare un disco stereo basta incollare insieme due dischi monofonici

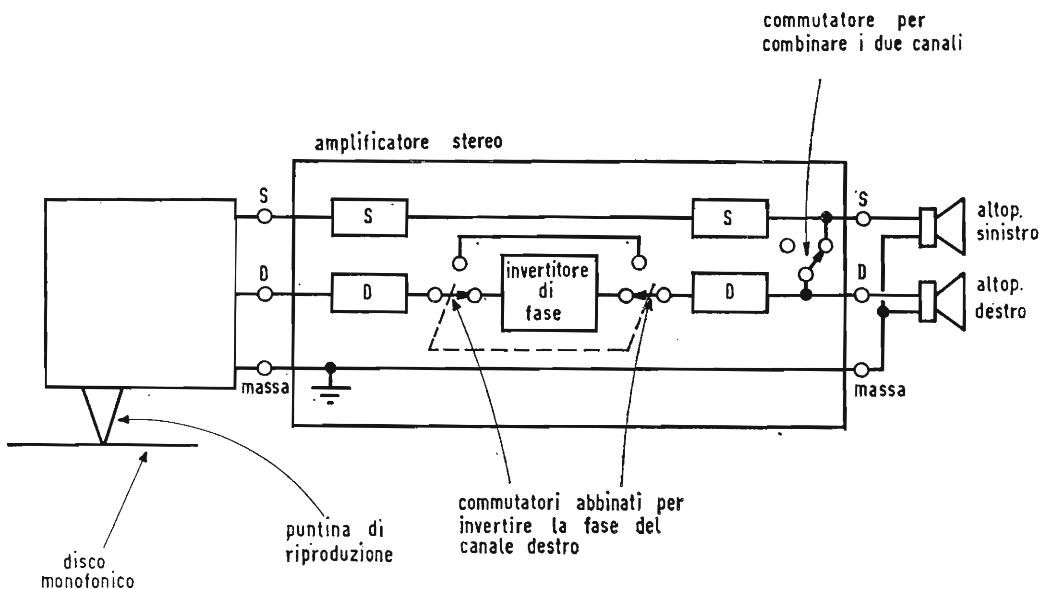


Fig. 45 - Connessioni per suonare un disco monofonico con una capsula stereo di riproduzione a 4 terminali.

sovrapposti. Sulle due facce rimaste all'aria libera si scavano i solchi con un aratro stereo, ottenendo tortuose piste dove i ragazzini possono far scorrere le palline o le automobiline scalex-tric o policar, dato che le micropiste le ha mangiate il diavolo.
E' chiaro che se l'automobilina prende le curve a velocità eccessiva dove c'è la pinza che provoca pinzamento, esce dal microsolco con un rumble (rombo) spaventoso. Ecco che per non farla sbandare bisogna legarla con 3 fili, c'è chi la lega con 4 fili, per averne uno di scorta qualora si strappasse un laccio della scarpa. Se non portate i mocassini, la stereotecnica consiglia di munire le capsule-automobili anche di 5 o 6 fili. Ma sorge la difficoltà della giusta fasatura. Il mezzo garantito per riconoscerla è di fare ascoltare il disco alla suocera: se vi dice che la fase è corretta, potete star sicuri che è sbagliata; se asserisce che è sbagliata, non esiste ombra di ragionevole dubbio che invece sia esatta. Se la suocera insiste, rompetele il disco sulla testa, così non se ne parla più e non avrete sciupato una magnifica occasione.
In ogni caso, si può sempre invertire le fasi, inserendo i 3 o 4 o 5 fili della capsula nel mandrino del trapano, che ruoti ad almeno 2000 giri al minuto; ricordando poi che l'ascensore è animato da moto verticale, mentre il postino (quando non sciopera) si sposta lateralmente avendo due gambe che giungono fino a terra, è trasparente che complianza, stifnessa, cedevolezza e rigidità cospirano a bucare il disco. Assioma: se non volete rovinare il disco, non suonatelo mai. Capsule stereo o monofoniche? non ha importanza, il disco riescono a logorarlo entrambe. Non è abbagliante il nitore della mia esposizione?
VESPASIANO - Benissimo, ma volevo chiarire l'affermazione categorica della RIAA, accennata dal Professore.

VERCINGETORIGE - Io sono una persona per bene e non mi voglio immischiare in cotanto losche manovre. Inoltre è tardi, sono aspettato nosocomio (esce).

VESPASIANO - La RIAA, se ben m'appongo,, legifera così: « segnali uguali e in fase nei due canali devono dar luogo alla modulazione laterale del solco ». Ma, per le ramificate folgori, la figura 36 dimostra che i segnali S e D uguali e della stessa polarità provocano un taglio verticale e che per avere un taglio laterale bisogna che i due segnali siano di polarità opposta, cioè uno positivo e uno negativo. Come la mettiamo? I casi sono due: o lei professore è un fesso e io sono una aquila, o io sono un genio e lei è un minchione.
DOCENTE - Lei mi adula, sono lusingatissimo per la duplice qualifica. L'imperativo RIAA è che i segnali uguali e in fase (cioè di uguale po-

larità) devono dar luogo alla modulazione laterale, non dice che la realizzino. Sta a noi ottenere la modulazione laterale con i segnali come sopra specificati, che sono i soli a disposizione. E' inutile prescrivere di usare segnali fuori fase, se non ci sono. I segnali ai microfoni sono generalmente in fase, ossia entrambi positivi o entrambi negativi e noi dobbiamo usare quelli; siccome per avere l'intaglio laterale occorrono segnali sfasati, dobbiamo escogitare qualche diavoleria per sfasarli, per es. invertendo le connessioni di un canale alla testina di registrazione.

VESPASIANO - Va bene, ma come fanno gli altoparlanti a essere così intelligenti da riprodurre i suoni con la fasatura originale, giusta i canoni dell'alta fedeltà, nume endovenoso?

DOCENTE - La risposta era già contenuta nel mio primo detto, ma lei era evidentemente alle prese con un acaro particolarmente bellicoso (l'ho visto bene mentre si grattava!) e non ha leccato il miele della mia loquela. Comunque ripeto: per ottenere la registrazione laterale disponendo di due suoni in fase bisogna sfasarli invertendone uno; ciò comporta alterazione dei segnali originali e l'emigrazione a Patrasso dell'alta fedeltà. Allora si rimedia facendo una seconda inversione del segnale invertito alla registrazione; tale seconda inversione è operata dalla testina di riproduzione; i segnali ritornano così in fase, l'alta fedeltà è salva, la registrazione è laterale e ci si fa un superbo baffo della scarsa complianza verticale della testina riproducente, perché la puntina non si muove verticalmente.
Più bello di così?

VESPASIANO - E come fa la testina di riproduzione a essere così intelligente da operare automaticamente la seconda inversione?

DOCENTE - Salvo la sua, le testine in genere sono abbastanza intelligenti. Qui poi non occorrono circonvoluzioni cerebrali profondissime, perché l'inversione è predisposta internamente alle testine a 3 fili scambiando la coppia opportuna; per le testine a 4 fili, bisogna attenersi alle figure 41 e 42, nel qual caso la testina può essere completamente scema, come la sua, per intenderci.

3. La diafonia

DOCENTE - A costo di essere imputato di criminalità, quando inizio una cosa voglio trattarla fino al completo esaurimento (degli uditori) ed è così che mi presento munito di uno di quegli aggeggi tondi dall'aspetto onesto e serio, ma che in realtà contiene micidiali solchi bicanali, la descrizione dei quali ridicolizza l'azione del cloroformio.

Oggetto di tortura è questa volta la *diafonia,* cioè la penetrazione del suono di un canale di un disco stereo nell'altro canale; un discorso incrociato, che chi fa finta di conoscere l'inglese definisce « crosstalk », sbagliando beninteso, la pronuncia.
Astutissimi segugi hanno scoperto le cause della diafonia e le loro malfamate sedi: testina d'incisione, solco del disco e (chi avrebbe potuto immaginarlo?) capsule fonografiche di riproduzione. Localizzate le fonti d'infezione, liquidati i segugi con la tradizionale pedata, i tecnici hanno dato battaglia ed infine sono addivenuti ad un accordo con i rappresentanti sindacali dell'organizzazione diafonica, il quale fissa in 20 dB il rapporto di massima diafonia totale per la gamma acustica. E' inutile tentare di spiegare l'apporto dei 20 dB a quel signore laggiù dagli occhi strabici come un semaforo ed evidentemente affetto da adenoidi polipari. Mi limito a dire che dB significa decibel (unità di attenuazione) e che quanto maggiore è il numero di dB, tanto migliore è il disco stereo, cioè un disco con diafonia 40 dB è più buono (non da mangiare) di un disco con diafonia 20 dB.
In segno di stupore, quel signore ha riportato i due bulbi oculari in prossimità del capace naso, dopo averli richiamati da oriente e occidente rispettivamente. Concedetemi una riflessione pro memoria ad uso interno: 20 dB equivalgono al rapporto 10:1 fra l'entità del suono associato ad un canale e l'entità del suono clandestino presente in quel canale, ma, dovuto al suono associato all'altro canale.
La diafonia dipende dalla frequenza; se un sistema stereo presenta a 1 kHz la diafonia di 22,5 dB, questa peggiora a 20 dB a 4 kHz e si aggrava sempre più aumentando la frequenza: 16 dB a 7 kHz, 9 dB a 10 kHz, meno di 5 dB a circa 12 kHz; mi sento mancare le ginocchia e il core.

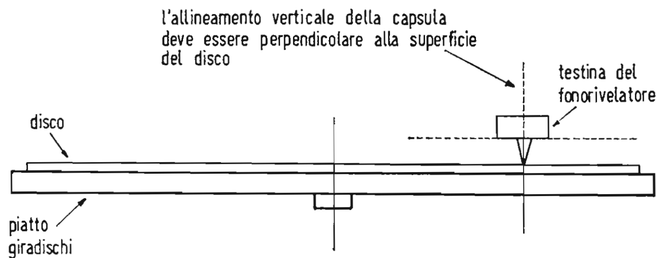


Fig. 46 - Allineamento azimutale di un fonorivelatore stereo.

Extrapolando questi risultati sperimentali, anche il più ritardato mentale concluderebbe che a 15 kHz la diafonia tenda a 0 dB; invece no! niente affatto: da 12 a 15 kHz la diafonia migliora e si porta quasi a 10 dB, uno scherzo di natura? una beffa delle forze occulte? E' possibile di sì. Comunque fino a 8 kHz, frequenza limitata dell'effetto stereo, la diafonia si mantiene abbastanza bassa da essere accettabile (lo dico per evitare un suicido in massa, ma sarà proprio vero?)
Adesso vi insegno un trucchetto per minimizzare la diafonia in riproduzione: mantenere verticale l'allineamento della puntina rispetto alla superficie (anche qui ci vuole la *i*!) del disco, come mostra con cruda evidenza la fig. 46, che definisce (tenetevi saldi) *l'allineamento in azimut*. (Seguono attimi di sgomento e di agghiacciante silenzio). Se la puntina s'inclina a sinistra o a destra, una parte del suono di un canale penetra fatalmente nell'altro canale. Come non bastasse, ciò comporta anche distorsione, perché la puntina è meno libera di muoversi in un senso che nell'altro.
Un appassionato di anatomia comparata esige spiegazioni sul fatto che il disallineamento verticale provochi diafonia. Gli mostriamo in privato la fig. 47 consigliando le persone impressionabili di astenersi dal guardarla.
Supponiamo che solo la parete destra del solco sia modulata, per cui solo una sezione della capsula riproducente dà luogo ad un segnale di uscita, per esempio la uscita si abbia dal canale destro, perché la punta si muove a 45°; ma se la puntina è verticalmente disallineata, non si sposta a 45° rispetto al piano della capsula; in conseguenza anche il canale sinistro contiene un certo segnale, che non può provenire altro che dal canale destro. Il chirurgo è convinto e chiudiamo con sutura a ultrasuoni la parentesi clinica.

4. La distorsione

I confronti sono sempre odiosi, ma li facciamo lo stesso ai danni del disco stereo, perché essendo nero non può arrossire: se paragoniamo le distorsioni di un solco stereo e di un solco monofonico a incisione laterale, troviamo che quella stereo è longe superior (no, suora, non si tratta della sua Superiora lunga 2 metri e 25 cm). La fig. 48 presenta senza veli tutta la tragicità della situazione della distorsione a 400 Hz alla velocità di 2,5 cm/s (un segnale modestino modestino, meno di così si muore) per un disco monofonico e uno stereofonico. Sono di nuovo a raccomandare ai soggetti cardiopatici di torcere il guardo dal-

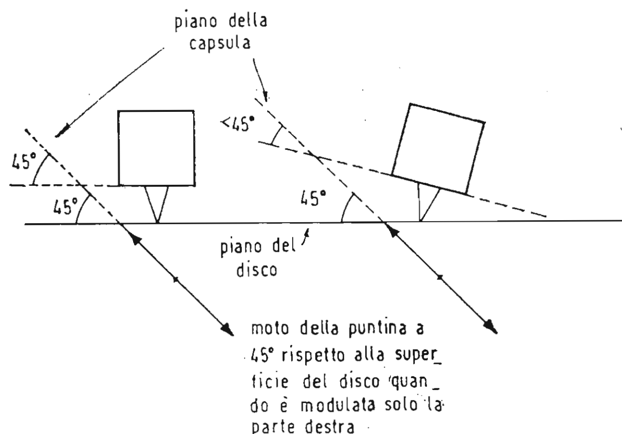


Fig. 47 - Diafonia dovuta a disallineamento azimutale di un fonorivelatore stereo.

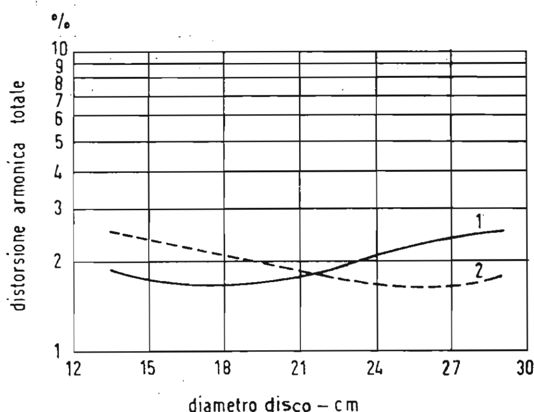


Fig. 48 - Confronto della distorsione armonica totale fra un sistema monofonico e un canale di un sistema stereo; registrazione e riproduzione. Curva 1: sistema monofonico (tagliatore laterale e capsula di riproduzione). Curva 2: sistema stereo (tagliatore a 45° e capsula di riproduzione) frequenza di 400 Hz registrata a 2,5 cm/s.

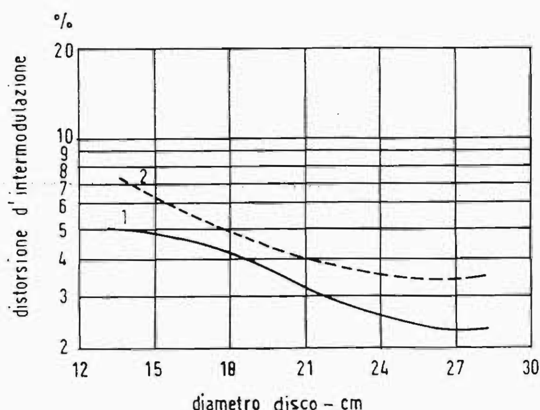


Fig. 49 - Confronto della distorsione d'intermodulazione fra un sistema monofonico e un canale di un sistema stereo: registrazione e riproduzione. Frequenze di 400 Hz e 8 kHz registrate rispettivamente a 2,5 cm/s e a 0,62 cm/s.
Curva 1: sistema monofonico (tagliatore laterale e capsula di riproduzione).
Curva 2: sistema stereo (tagliatore a 45° e capsula di riproduzione).

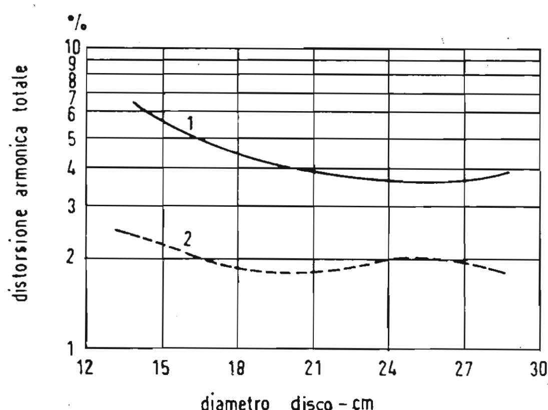


Fig. 50 - Confronto della distorsione armonica totale per la riproduzione di solchi modulati verticalmente e lateralmente mediante un fonorivelatore stereo. Frequenze di 400 Hz registrata a 2,5 cm/s.
Curva 1: solco tagliato verticalmente riprodotto da un fonorivelatore stereo.
Curva 2: solco tagliato lateralmente riprodotto da un fonorivelatore stereo.

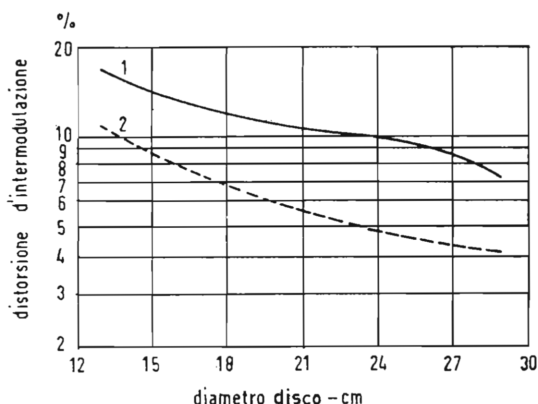


Fig. 51 - Confronto della distorsione d'intermodulazione per la riproduzione di solchi modulati verticalmente e lateralmente da un fonorivelatore stereo. Frequenze di 400 Hz e 8 kHz registrate rispettivamente a 2,5 cm/s e a 0,62 cm/s. Curva 1: solco tagliato verticalmente riprodotto da un fonorivelatore stereo. Curva 2: solco tagliato lateralmente riprodotto da un fonorivelatore stereo.

la fig. 48 e specialmente dalle successive figure 49-50-51 a motivo della loro carica di giallo.
Il disco monofonico è stato inciso lateralmente e riprodotto con una capsula Westrex laterale; il disco stereo è stato registrato in modo stereo, ma per un solo canale (il confronto può essere fatto solo per un canale) e riprodotto con testine Westrex. Chi si sente corazzato contro gli spettacoli macabri guardi bene la fig. 48 e constati che la distorsione armonica (ben si sa che genera stonature) non è poi tanto differente nei due sistemi; il sistema monofonico produce maggior distorsione nella parte esterna del disco (diametro maggiore di 23 cm) e minor distorsione nella parte interna (diametro dai 12 ai 23 cm). Ma l'orrido si accompagna alla distorsione d'intermodulazione, che per una beffa del destino offende l'orecchio in grado assai superiore alla distorsione armonica. Il verdetto clinico è scritto nella fig. 49, che riporta l'intermodulazione (IM) in funzione del diametro del disco per i sistemi monofonico e stereo, impiegando le frequenze 400 Hz e 4 kHz registrate rispettivamente a 2,5 cm/s e a 0,62 cm/s. Qualunque sia la posizione del solco sul disco, cioè lungo l'intero diametro, la distorsione d'intermodulazione, è maggiore per lo stereo; il verdetto non può essere che di condanna per quest'ultimo.
Ed ora mettete in guardia al core poderosi scudi di acciaio inossidabile,

perché il colpo che sto per assestarvi è molto grave: quanto più un disco stereo obbliga la puntina a muoversi verticalmente, anziché lateralmente a 45°, tanto più aumentano entrambe le distorsioni armonica e di intermodulazione. E' ciò che rivelano le figure 50-51, dove le curve a tratto continuo rappresentano le distorsioni generate da una testina stereo, che riproduce un solco inciso verticalmente, mentre le curve a tratto interrotto (cioè quelle tratteggiate, per i laureati in gruppo) fanno la stessa cosa per una testina stereo, che riproduce un solco inciso lateralmente ed ogni guercio vede che le distorsioni sono sempre assai minori in quest'ultimo caso.
In un simile orripilante frangente, che resta a fare se non seguire i materni suggerimenti di quell'angelica tutelare istituzione battezzata RIAA? Ecco la panacea della RIAA: i segnali in fase devoo essere registrati in modo da produrre un solco intagliato lateralmente; la distorsione è molto minore per un solco inciso lateralmente che per un solco inciso verticalmente. Sante parole!

5. Il rombo

Si salvi chi può: si appropinqua il rombo fracassone! Già feci cenno a questo nuovo incubo parlando della compatibilità. D'onde viene, in che cosa consiste? Cerchiamo di rispondere a queste angosciose domande. Imperfezioni del motore giradischi o dei suoi supporti (cuscinetti a sfere o bussole-bronzine) danno luogo a vibrazioni di bassa frequenza nella rotazione di un piatto portadisco, vibrazioni che si manifestano come un rombo se vengono trasmesse ad un fonorivelatore e da questo riprodotte amplificate.
Coglie nel segno l'astuto uditore, che extrapolando le lugubri conclusioni dell'analisi distorsiometrica, deduce (applicando il metodo deduttivo insegnato dal primo scioglitore di enigmi polizieschi, del quale si sa con sicurezza che abitava a Londra a Backer Street, pur non essendo mai esistito) che anche agli effetti del rombo, il disco stereo si comporta da degenerato.
Infatti, il rombo (che spavento solo a pronunciarlo!) esiste in entrambi i modi di registrazione verticale e laterale, ma nel primo caso, esso è circa triplo che nel secondo caso. Poiché la capsula fonografica stereofonica risponde al moto verticale in misura molto maggiore di una capsula monofonica, provoca un segnale di rombo assai più ben pasciuto. Allora, che ci resta, oltre il suicidio, da fare quando suoniamo dischi stereo o monofonici con un fonorivelatore dannatamente stereo? Cosa farebbe una volpe, simbolo di furberia moltiplicata per pi

greco, a nostro posto? Sentirebbe il rombo in tutta la sua maestosa intensità; crediamo che ci convenga imitare l'astuto quadrupede anche se qualche cuore generoso tenta di consolarci affermando che ci sono mezzi per attenuare gli effetti del rombo anche con giradischi stereo. (Se vi dà fastidio il rombo acustico, provate a concepirlo come il noto parallelogramma equilatero della geometria; quello almeno non fa rumore).
I fabbricanti di fonorivelatori stereo cercano di limitare il rombo attenuando la risposta alle basse frequenze della capsula al moto verticale della puntina. Ciò può essere fatto con mezzi elettrici combinando filtri a resistenze e capacità per escludere il contenuto di basse frequenze del moto verticale della puntina riproducente.
Altri, furbacchioni, escogitano tecniche meccaniche per raggiungere lo stesso scopo, facendo, ad esempio, uso di molle. Ma quale grado di protervia dovrei avere per dirvi che simili misfatti hanno avuto il risultato di degradare il suono stereo e di aumentare la diafonia fra i due canali?

Perché quel corpulento rivenditore di apparati stereo Hi-Fi si sta riscaldando i bicipiti e mi guarda torvo con grinta selvaggia? Teme forse che il mio pacato dire possa portare nocumento ai suoi spacci? Si rassicuri il signor corpacciuto, pensi alla televisione a colori, cui tutti anelano in Italia (forse perché non esistendo, nessuno l'ha vista e si pensa che chissà cosa sia di straordinario), e sappia che l'immagine colorata ha una risoluzione molto degradata rispetto a quella in bianconero, inoltre contiene il disturbo della subportante con la portante audio e...

Con questo discorso, persuasivo almeno quanto l'apologo di Menenio Agrippa, ho raggiunto il risultato che al peso massimo rivenditore di stereo si è affiancato un olimpionico medaglia d'oro per il sollevamento pesi rivenditore di televisori a colori e che vengono alla mia volta con bieche intenzioni.
Coro degli uditori in istato di legittimo fermento:
« *Il colore o lo stereo, son boiate tutti e due? Questa è bella! Professore, sei cornuto al par d'un bue!* »
Recitato un requiem in memoria dell'ultima vittima della brillante violenza discipulare, il Docente, con un rapido sguardo all'assemblea, rileva che i presenti sono la metà rispetto alla lezione V. Lo scaltrito erudito, « computer aided », valuta in pochi microsecondi che la schiera degli ascoltatori è ridotta secondo il fattore di $1/2^5 = 1/32$ relativamente alla prolusione del corso di Hi-Fi. Dando prova di eccezionale sangue freddo, attacca la:

LEZIONE VI

IL FONORIVELATORE STEREO

Ma prima deve contemporaneamente sorbirsi sull'attenti il coro scaturito degli uditori discenti:
« Qual malefica fattura, qui a tornare ci ridusse? Professor dei miei stivali, or ti guarda dalle busse ».

1. Caratteristiche del fonorivelatore stereo

DOCENTE - Dicitur, traditur, fertur, o se preferite le forme plurali, dicunt, tradunt, ferunt che il successo di un convenzionale impianto monofonico di alta fedeltà è attribuibile in gran parte al più piccolo dei componenti: il fonorivelatore; se tali dicerie sono veritiere, figuratevi come monta in superbia il fonorivelatore stereo, dal quale sicuramente dipende la qualità del suono riprodotto. La flora delle capsule riproduttrici stereo è vasta almeno quanto quella dei dicotiledoni, ma come le fanerogame superiori non hanno sempre cospique virtù aulenti, così le capsule stereo non sono sempre atte a estrarre adeguatamente tutte le gamme contenute in quelle miniere sonore che si chiamano dischi stereo.
Consideriamo, per rallegrare i tipi ridanciani, la puntina. Per un disco monofonico il raggio di punta di 25,4 micron (= 1/1000 di pollice,

non si sa bene se della mano o del piede) ben s'appone; per la riproduzione di un disco stereo, data la complessità dei solchi, un simile raggio è mostruoso; si è pensato di ridurlo a 17,78 micron (= 0,7 pollici), ma la RIAA con quella prepotenza da estremista extraparlamentare che tanto la distingue, ha imposto il raggio di punta uguale a 12,7 micron (= 0,5 pollici).
Il calcolo sublime insegna che 0,5 è la metà di 1, ergo il raggio è stato dimezzato e l'area della punta della puntina (strano che la parte sia più grossa del tutto espresso dal diminutivo della sua parte) a quanto si sarà ridotta in conseguenza? Questo computo trascende le proprietà raziocinanti dei laureati del dopoguerra; ebbene, sappiate che l'area è diventata un quarto; tutti si chiedono se essa sia TBC all'ultimo stadio o se affetta da carcinoma.

C'è da rabbrividire al solo pensare che a parità di forza di trascinamento (chi vuol fare un figurone superbo in pubblico, dica: tracking force), cioè di pressione esercitata dalla puntina sul disco, la pressione ossia la forza per unità di area del solco, è quadruplicata. Ma vi rendete conto che cosa significa ciò?

Quali possono esere le conseguenze per la vita del disco? Una vera catastrofe di grado 10 della scala Mercalli. Non possiamo assistere, senza far nulla, ad un simile sfacelo. Ecco che sorgono comitati di probiviri, sottocomitati di viri un po' meno probi, scomponibili in subcommissioni ulteriormente scindibili (meglio non dire nulla circa la probità dei personaggi delle ultime ripartizioni) animati dal nobile intento di contenere il logorio del disco riducendo la forza di trascinamento. La falcidia arriva inesorabile anche per la forza di trascinamento: sarà ridotta dai 6 ÷ 8 grammi (adatti al disco monofonico) a meno di 2 grammi, quando la puntina è di 12,7 micron, valore sancito con decreto legge. Quando si nasce disgraziati, illustrissimi Signori, non si riesce a scrollarsi di dosso la iella: provate a mantenere stabilmente una puntina, con la pressione di 1 o 2 grammi, in un solco stereo in corrispondenza di un « *fortissimo* » d'orchestra, o del lacerante berciare di una antropomorfa platirrina urlatrice di S. Remo, e constatate quanta abilità deve sfoggiare la puntina per muoversi rapidamente sotto così bassa pressione, senza « saltare » sul disco, e quali superiori doti di bilanciamento e di minimo attrito del « braccio » siano necessarie.
Dopo le pubbliche calamità, si fa sempre il tragico bilancio: la riduzione del raggio dell'estremità della puntina, per consentire il necessario adattamento al complesso solco stereo, comporta la riduzione della forza di trascinamento, che a sua volta impone l'uso di bracci

fonografici e di testine rivelatrici, che vantino imponenti blasoni nobiliari e prezzi ancora più patrizi. Il segreto di superiore bontà di una capsula stereo sta nella piccola massa e nell'alta cedevolezza (complianza); la prima permette di estendere la gamma degli acutissimi; la seconda provvede a migliorare le condizioni dell'orfana gamma dei bassi.

2. La risonanza plastica

Chi poteva immaginare che una società a delinquere composta dalla massa della puntina e dagli elementi di attacco e dalle pareti del solco formassero un circuito risonante? Ebbene, lo formano. Per marchiarlo d'infammia, gli è stato appioppato l'appellativo di « risonanza plastica ». Come dice, quella puella, che non si capisce bene se sia puero, « non è poi tanto infamante, questo marchio »? Ma le pare poco? Forse che a lei piacerebbe di chiamarsi « risonanza plastica »? Alla frequenza di risonanza, la risposta viene esaltata; al di sopra della risonanza, la risposta cade paurosamente. E' comprensibile, di leggieri, che si cerchi di portare la frequenza di risonanza plastica oltre la gamma udibile, o almeno non molto sotto i 15 kHz (questo sconto è allettante come tutti gli sconti, escluso quello « col sangue mio »). Per alzare la frequenza di risonanza, bisogna diminuire la massa dinamica della puntina. Se ciò è opportuno per una capsula monofonica, lo è a cento doppi per una stereo, poiché la puntina non deve pilotare un solo elemento trasduttore, bensì deve pilotare due di questi malfamati elementi di attacco della puntina ai trasduttori sono più complessi, contenendo un maggior numero di parti, quindi la massa della puntina tende a essere maggiore di quella di una capsula monofonica di qualità equivalente.

La cedevolezza dell'equipaggio mobile della puntina è un indice di quanto questa possa essere spostata da una data forza.

Nella riproduzione dei bassi (non intendiamo accennare alla filiazione dei baritoni), la puntina percorre escursioni di notevole ampiezza; benvenuta sia quindi la cedevolezza, che agevola il movimento e consente la riproduzione indistorta delle basse frequenze. Se la cedevolezza è scarsa, la puntina s'impenna e non vuole spostarsi, quindi sabota le basse frequenze riproducendole deformi o non riproducendole affatto, rifiutandosi di seguire il solco, saltando anzi fuori di esso (sciopero).

Qui Draghignazzo soccorre il compagno sopra ricordato: la maggiore complessità di una cartuccia stereo (cartuccia = capsula = testi-

na = cartridge) è in antitesi con la grande cedevolezza, quale si ha in una cartuccia monofonica, quindi la bontà della risposta stereo ai bassi appare assai scorbutica.

3. La simmetria

Signori Fusti lungicriniti e dal folto onor del mento, che mi prestate orecchio, avrete certamente più volte ammirato il profilo di una bella figliola, e avrete provato una penosissima sensazione quando la sullodata volta la faccia verso di voi mostrando di avere l'altro occhio di fianco alla bocca e il naso spianato a livello dell'altra gota butterata dal vaiolo. Con le capsule stereo avviene qualcosa di simile: non sono simmetriche; vista da destra, tutto bene, viste da sinistra, son dolori (senza allusioni poitiche, per carità!). Ciascun elemento trasduttore dovrebbe fornire virtualmente lo stesso livello di uscita e la stessa risposta in frequenza, la stessa bassa distorsione etc. Se non è così, l'effetto stereo va a pallino.

Poiché il solco stereo è modulato verticalmente e lateralmente, la maggior profondità del solco rispetto a un disco monofonico, comporta una maggiore larghezza del solco, a parità di intensità del segnale registrato su disco monofonico (dite la verità: siete impressionati dalla serietà del discorso, vero?).

Per evitare di allargare il solco, ciò che si tradurrebbe in una diminuzione della durata di riproduzione del disco (se la cosa vi pare misteriosa, provate a pensare che se i solchi sono più larghi, ce ne stanno di meno sulla faccia del disco) bisogna prendere una drastica decisione: ridurre di — 3 dB il livello di registrazione per i dischi stereo — qualcosa come una riduzione del 30% sullo stipendio: Risultato: segnale di uscita diminuito del fonorivelatore, peggioramento del rapporto segnale/disturbo (qualcosa come un rincaro dei generi di prima necessità seguente la diminuzione di paga), diminuzione della potenza acustica resa dagli altoparlanti in ciascun canale. Il peggiorato rapporto segnale utile/rumore impone l'uso di materiali più silenziosi per la fabbricazione dei dischi e richiede la collaborazione dell'amatore musicofilo alla lotta ai parassiti (una volta il DDT era un tocca-sana, ora non c'è più) tenendo ben pulita la superficie del disco spolverandola con mezzi antistatici (ostracizzare l'uso di strofinacci, che inducono cariche elettrostatiche, ottenendo sonorosissimi scoppiettii tipo mitraglia), conservandoli nelle apposite custodie e compiendo riti propiziatori ad ogni sonata, perché non diventi una suonata.

La fig. 52 mostra in b) che la scarpa supporto della puntina forma un angolo di alcuni gradi con il piano del disco, invece di esserne esattamente parallela, come nel caso ideale mostrato in a) della stessa figura; questo angolo è detto di inclinazione. A motivo dell'inclinazione della scarpa, la puntina non si muove fedelmente in su e in giù, ma il suo moto fa un piccolo angolo con la verticale. Mi accorgo di aver perso un poco di smalto nel mio spiegone; mi provo a dirlo più chiaramente. La modulazione verticale nel solco stereo, obbliga la puntina, *in termini relativi*, a muoversi avanti e indietro lungo il solco. Perciò il moto verticale modula la risposta della puntina all'informazione laterale nel solco, introducendo distorsione analoga alla fluttuazione in un convenzionale sistema fonografico o in un magnetofono a nastro. C'è di buono che se l'angolo d'inclinazione è lo stesso nelle testine di registrazione e riproduzione, questa distorsione si autocancella. La via da seguire è allora chiara: fare in modo di avere lo stesso angolo di inclinazione per le punte dell'utensile tagliatore in registrazione e della puntina di riproduzione.
Se non avete capito neanche adesso, datevi all'astronautica.

4. La risposta in frequenza

Da quanto precede, si può rilevare quanto « sappia di sale lo salire e scendere per le scale » musicali, dai bassi profondi ai sopracuti inudi-

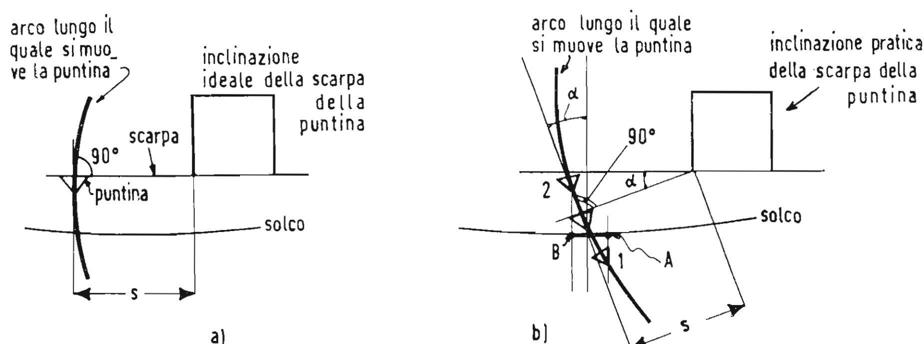


Fig. 52 - Effetto dell'angolo d'inclinazione della scarpa della puntina sul moto della puntina. a) il moto della puntina è perpendicolare al piano del disco, in risposta a un solco modulato verticalmente. b) il moto della puntina forma un angolo con la verticale in risposta a un solco modulato verticalmente.

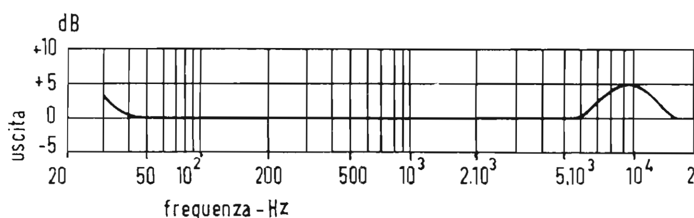


Fig. 53 - Risposta in frequenza di un fonroivelatore stereo Westrex dopo l'equalizzazione in frequenza RIAA.

bili. I problemi non sono però insuperabili, almeno entro sufficienti limiti.

In fig. 53 è riportata la caratteristica di risposta di una capsula di riproduzione Westrex, che è un esemplare autentico di unità di alta qualità. La risposta alle basse frequenze fa strabuzzare gli occhi, tanto è buona (non da mangiare). In quanto agli acuti, chiunque sia stato corrotto col miraggio di un piatto di trippa non esita a dichiarare che quegli scarsi 5 dB di sopraelevazione a 10 kHz sono proprio quello che occorre per rendere brillante la riproduzione sonora. Il leggero aumento dai 40 Hz in giù è imputabile ai partiti di opposizione capitanati dalla risonanza del braccio e dalla cedevolezza della puntina. La caratteristica di frequenza in registrazione usando una testa Westrex è visibile (ma non è obbligatorio guardarla) in fig. 54. Il « buco » presentato dalla testina di registrazione capita proprio a fagiolo per compensare il picco di risposta intorno ai 10 kHz, perciò se userete ovunque prodotti Westrex otterrete una risposta globale eccezionalmente piana (è chiaro che la porzione di trippa è stata raddoppiata).

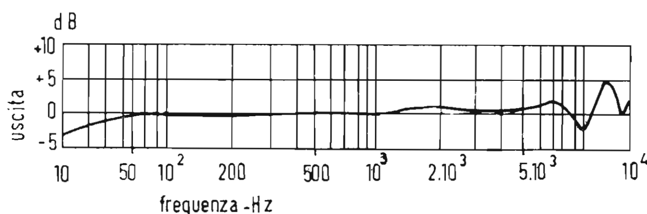


Fig. 54 - Caratteristica di frequenza in registrazione dell'utensile taglitore stereo Westrex.

Entra ora in scena un altro oscurantismo: il braccio fonografico che si rifiuta di lasciar muovere liberamente in senso verticale la puntina quando le frequenze sono basse. Per il caso monofonico, i bracci sono di cotal fattura da poter docilmente seguire i su e i giù dovuti per esempio all'ordito del disco o a corpi estranei introdottisi clandestinamente nei solchi. Se il braccio si muove in risposta a forze verticali, la capsula lo segue, per cui la puntina non si muove rispetto alla capsula; ciò avviene solo alle basse frequenze. Pausa prolissa per lasciar sedimentare nelle vostre superbe menti, gli astrusi concetti or ora esposti. Ma per uno fonorivelatore stereo, e qui casca l'asino, è necessario che la puntina si muova relativamente al marchingegno della capsula, al fine di riprodurre l'informazione verticale contenuta nel solco. Qui è facile indulgere al turpiloquio.
Il braccio fonografico stereo deve avere uguali caratteristiche di moto verticale e orizzontale, col nobile intento di avere una resa parimenti buona delle modulazioni ortogonali del solco (ammirare la superiore distinzione di questo « ortogonali »).
Molti bracci laureati a pieni voti in monofonia, vengono ora radiati dagli albi professionali dello stereo, perché inabili a riprodurre le basse frequenze bidirezionali. Si noti che è una pura malvagità, perché le basse frequenze non concorrono affatto all'effetto stereo, quindi esse potrebbero benissimo essere incise solo lateralmente, lasciando che i fonorivelatori seguitino a compilare il quadro D della denuncia dei redditi.

5. L'equalizzazione

Per avere una risposta uniforme del sistema globale registrazione - riproduzione, la caratteristica in riproduzione non deve essere uniforme, ma deve essere esattamente inversa a quella di registrazione, e dato che questa presenta attenuazione dei bassi ed esaltazione degli acuti, la curva di riproduzione deve presentare esaltazione delle basse frequenze e attenuazione delle alte. E' intuitivo che l'andamento della curva di registrazione è ad libitum di chi la foggia. Curioso il fatto che ogni fabbricante di dischi, pur dovendo risolvere lo stesso problema degli altri, arriva a conclusioni diverse ed è convinto di aver fatto meglio degli aborriti concorrenti; è bella vero questa? Come non ridete? Credevo di essere stato spiritosissimo.
Allora, se non volete ridere, piangete! Sì, c'è proprio da lacrimare: al tempo della sola monofonia, fiorì una ridda di curve di equalizzazione, per cui ogni Casa fabbricava dischi che male si adattavano alle appa-

recchiature di riproduzione. Si calmi quel burbero signore, la smetto subito, ecco sto zitto...
Per lo stereo non si volle ripetere l'errore permesso in monofonia (anche questa poi è stata normalizzata; volevo dirvelo, ma non mi avete lasciato parlare), per cui la RIAA con mano di ferro e coi carri armati, impose la curva di equalizzazione in riproduzione sfacciatamente esibita in fig. 55. Tutti i dischi stereo vengono registrati con una caratteristica di frequenza inversa della curva di fig. 55, quindi gli amplificatori di una catena Hi-Fi presentano una curva di risposta come in fig. 55, il che significa che i dischi da qualunque fabbrica provengano possono essere correttamente suonati con qualunque amplificatore di alta fedeltà? Si fa finta che lo sia, come fanno molti mariti nei confronti delle loro mogliere. Veramente c'è una limitazione all'universalità della curva RIAA, ma non ve la dico, per paura del burbero signore.
Perché lo scopo dell'equalizzazione sia raggiunto pienamente, occorre l'intelligente collaborazione dell'utente: Voi, quando suonate un disco con un fonorivelatore magnetico siete ben sicuri che il vostro amplificatore risponda alla curva di fig. 55 con precisione e non solo approssimativamente? Ammesso che sul retro (dell'amplificatore, s'intende) ci sia scritto « Conforme alla Norma RIAA », siete assolutamente certi che ciò sia vero per entrambi i canali? Lo sapete che se questo requi-

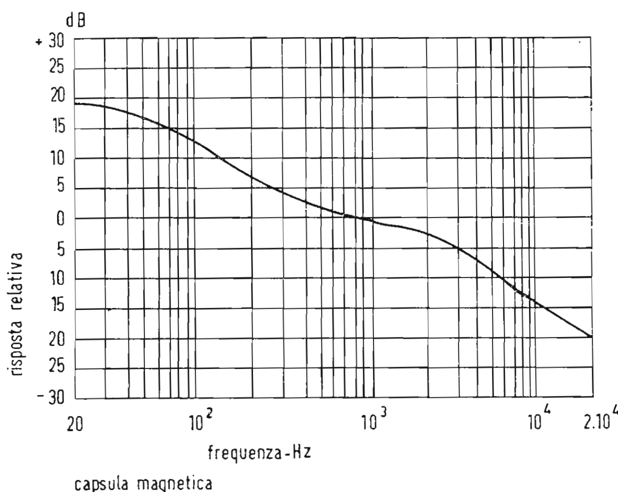


Fig. 55 - Curva di equalizzazione RIAA in riproduizone.

sito non è soddisfatto, l'effetto stereo va a Patrasso? Sapete anche che con i fonorivelatori piezoelettrici, o ceramici o a cristallo in genere, l'equalizzazione è assai più difficile della circolarizzazione del quadrato? Sento echeggiare vari colpi di Colt 45, altrettanti uditori hanno preferito passare a miglior vita, senza dischi stereo.
Dicevo, tali capsule sono in genere autocompensanti, presentano un alto livello di uscita, per cui vengono infilate nella presa « alto livello » del preamplificatore. La risposta ai bassi sarà buona solo se l'amplificatore presenta una resistenza d'ingresso coincidente con il carico ottimo della capsula; se la resistenza d'ingresso è troppo piccola, i bassi se ne vanno; se è troppo grande, i bassi rimbombano. Adesso basta con i suicidi in massa, mi annoia il rumore delle Dakota, vi prego. Posso solo riferire che una resistenza di carico di circa 2 MΩ sembra la meno indecente. Esistono però fonorivelatori che si accontentano di circa mezzo MΩ, mettendo in serbo il rimanente MΩ e mezzo per far fronte ai tempi duri. Ecco perché dicevo che l'utente deve essere intelligente: deve informarsi sul valore ottimo del carico del rivelatore e controllare che il suo preamplificatore presenti una resistenza d'ingresso di pari valore. Voi fate tutto ciò? Mi sa che non siano molti gli int...
Non è finita, se i valori non coincidono, bisogna farli coincidere cambiando il circuito d'entrata del preamplificatore. La schiera dei geni si assottiglia ulteriormente.

Alcuni volponi di progettisti costruiscono i loro preamplificatori con partitori di tensione sull'ingresso in modo da ridurre l'uscita del rivelatore a cristallo, allo stesso livello di un rivelatore magnetico; con questo trucco serve la stessa curva di equalizzazione per entrambi i tipi di fonorivelatori; ma l'artificio se si adatta bene ad un certo tipo di rivelatore piezoelettrico, non lo è altrettanto per un altro tipo. In un simile frangente, un rimedio è apprestato da altri progettisti, ancora più volponi dei primi, fornendo, insieme con i loro fonorivelatori a cristallo, un filtro adattatore da disporre tra la capsula e la presa d'entrata dell'amplificatore di controllo.

E dopo questa tempesta, chi si attenterà più a suonare un disco stereo? Fare l'ascoltare è divenuto un mestiere difficile, anzi una arte sposata alla tecnica; non basta sedersi in poltrona e appoggiare il « pick-up » sul disco; occorrono diuturni esercizi spirituali, vasta cultura, gran pazienza e accendere la radio, perché con quella i dischi sono udibili con tutte le equalizzazioni del caso.
Il signor Stilicone domanda la parola e la prende senza aspettare l'esito dell'inoltro della carta bollata.

STILICONE - Se vuole che continui a presenziare, mi deve aumentare lo stipendio, o almeno accordare 7 punti-scatti di contingenza. Perché, dico, venire a scuola per non imparare niente è del tutto normale, ma per farsi confondere le idee al punto di perdere le poche nozioni che avevo prima della lezione, è un po' troppo. Cosa vuole che un meschino capisca, quando lei si contraddice ad ogni piè sospinto (non so se qui sia a proposito, ma questa espressione reca sempre gloria e onore a chi la pronuncia) su fatti fondamentali? Per dirne una: lei ci ha detto che la RIAA ha imposto, pena il capestro, che segnali in fase producano una registrazione laterale di un disco stereo, cioè (se sbaglio, mi aggredisca a pugni e calci) il disco stereo è registrato lateralmente. Poi, scappa fuori a dire che « la modulazione verticale nel solco stereo obbliga la puntina, in termini relativi, a muoversi avanti e indietro dungo il solco ». Non è una lampante contraddizione? E che c'entrano i « termini relativi » detti in corsivo e sottolineati? Ma c'è di peggio! Cosa pensava col suo microencefalo quando ha aggiunto « Perciò il moto verticale modula la risposta della puntina all'informazione laterale nel solco...? » Ammiro con stupefazione l'abilità che ha dimostrato nel fare un tanto grosso cumulo di insulsaggini con così poche parole! Un vero record di fesserie dette tutte insieme. Su, dunque, si difenda, ma non al modo di Radames.

DOCENTE - Ne conviene che non era facile? Dunque se ho risolto un probuema difficile sono sempre un animale superiore, qualifica che senza il « superiore » mi è stata universalmente riconosciuta.
Forse che Dante non si è fatto un nome con il suo « Papè, Satan, Aleppe »? che non significa neppure « panè salam a fette ». Lei caro, ma non troppo, signor Stilicone vuole la pappa fatta. Talvolta mi compiaccio di frasi involute appositamente, per dare ai discepoli il modo di interpretare la dottrina ascosa nei detti strani per abituarli a ragionare con il proprio cervello (supposto che ne abbiano), a dipanare una matassa apparentemente intricata.

Prima della sua invettiva della classe « Ahi Pisa vituperio delle genti... » doveva rinchiudersi nel pensatoio sotterraneo, passeggiare avanti e indietro per lunghe ore diurne e notturne, in meditazione, prospettandosi la situazione da diverse angolazioni e tentare di dare una risposta a ciascun interrogativo.
Lei, niente, non vuol far girare i ruotismi della scatola cranica né compiere il minimo sforzo interpretativo. Infingardo e neghittoso! Scriverà 20 volte in gotico su papiro-egizio « Io sono un fanigottone », il penso dovrà essere firmato dal suo bisarcavolo, o da chi ne fa le veci, altrimenti non l'accetterò in classe.

STILICONE - Smetta di dire sciocchezze. Esigo spiegazioni chiare, adesso, qui subito.

DOCENTE - Tutti gli Stiliconi, fin dal tempo dell'imbelle Onorio, sono stati prepotentoni al quadrato, ma lei lo è al cubo. Stia a sentire, o microcefalo! E' preferibile che la registrazione stereo sia laterale, poiché molto spesso i segnali ai microfoni sono in fase, il che darebbe luogo ad una registrazione verticale, la RIAA raccomanda di fare in modo di ottenere la registrazione laterale in dette condizioni (il modo è quello di invertire un canale). Ma da qui a concludere che il disco stereo sia inciso solo lateralmente non ci vuole che un cucurbitaceo come lei! Le figure 32 e 33 proprio non le ha guardate? In a) e b) di fig. 32 si legge che segnali in fase danno luogo ad una risultante verticale, e verticale è la registrazione corrispondente. In basso a sinistra di fig. 33 è detto, con la luminosità di un faro costiero, che nel disco stereo Westrex 45/45, quando i segnali sono in fase, la registrazione è verticale. Dunque sia ben chiaro che nella registrazione stereo c'è una componente verticale e una componente laterale (orizzontale). Consideriamo ora la fig. 52 a). Qui la scarpa polare è esattamente parallela al piano del disco; la verticale è perciò a 90° con la scarpa e la puntina si muove sull'arco di cerchio avente il raggio s e tangente alla verticale, per effetto della modulazione verticale contenuta nel disco stereo. Data la piccolezza dell'escursione della puntina, è lecito confondere la tangente con l'arco e ritenere che lo spostamento lungo l'asse del solco sia trascurabile. Passiamo in b) della stessa figura 52. Qui la scarpa polare in pratica forma un piccolo angolo α con la superficie del piano del disco; la puntina è perciò obbligata a muoversi, in risposta alla modulazione verticale contenuta nel solco stereo, lungo l'arco di cerchio di raggio s e tangente alla perpendicolare a s; questa tangente forma in conseguenza con la verticale lo stesso angolo α. Sotto l'azione della componente verticale della modulazione stereo nel solco, la puntina si alza e si abbassa lungo l'arco indicato e raggiunge le posizioni estreme 1 e 2. Se proiettiamo questi due punti sull'asse del solco, cioè conduciamo le verticali passanti per 1 e 2, queste verticali incontrano l'asse del solco nei punti A e B. Il segmento AB rappresenta l'escursione longitudinale della puntina (cioè lo spostamento avanti indietro lungo il solco) dovuta all'inclinazione della scarpa porta-puntina. Si noti che anche in fig. 52 b) si è ritenuto trascurabile lo spostamento orizzontale dovuto alla curvatura della traiettoria della punta. In altri termini, il segmento AB non è dovuto allo scostamento della curva dalla sua tangeente nei punti 1 e 2, ma solo all'angolo α.

STILICONE - Scusi se interrompo. Lei ha parlato di Alfa senza specificare la cilindrata: 1750 e 2000? Non è mica la stessa cosa. Senza contare che io personalmente preferisco la Diatto.

DOCENTE - α è la prima lettera dell'alfabeto greco e si usa in geometria per indicare gli angoli e non le marche automobilistiche. Non si è mai chiesto perché la successione delle lettere si chiama alfabeto? Perché inizia con la lettera greca α, il « beto » è una versione mascolina di « beta » seconda lettera greca. Sappia poi che Ω (omega) è l'ultima lettera dell'alfabeto greco e sta a indicare sulle tombe la seconda data importante per gli uomini, la prima è appunto α. Quindi l'α-Ω comprende l'intero ciclo vitale. Poiché lei l'α l'ha già utilizzato, la esorto a sfruttare quanto prima anche l'omega.

STILICONE - Guardi, io ho un tissot, che va benissimo, tanto che non ho più neanche un minuto intero, perché me li spacca tutti, e non lo cambierò con un omega solo per fare intascare a lei la percentuale. Ma non creda di svignarsela, tra motori e orologi, di rispondere alle altre mie domande. Per es. come va la faccenda dei « termini relativi » con quel che segue?

DOCENTE - L'espressione « in termini relativi » ha qui significato un po' generico e vuole far intendere che lo spostamento AB lungo il solco è relativo all'inclinazione α della scarpa, al contenuto di modulazione verticale del solco stereo, alla presenza contemporanea della modulazione laterale, che risulta danneggiata dal moto verticale, che invade l'asse del solco e fa capatine nei fianchi del solco. Non si dimentichi infine che il disco gira e quindi la situazione è continuamente variabile sotto la puntina. Tutto qui è relativo, ciascun elemento dipende dagli altri. Più relativo di così si muore. Esegua per favore.

A questo punto, la massa degli uditori discenti reclama, con le gentili modalità proprie dei cotestatori dinamitardi, la fine della lezione VI, e intona il seguente coretto stonato:

« *Trucidiamo Stilicone, ammazziamo il professore, non vogliam che la lezione, si protragga dodici ore* ».

Assicuratosi che le polverine che gli scolaretti birichini stavano contendendosi con vezzose pedate e spassosissimi morsi fossero le ceneri del criminale, che aveva accettato di assumere le sue sembianze spinto dai rimorsi, il Docente procede diligentemente a rilevare il numero dei presenti, e guarda caso, gli risulta, dopo aver contato i piedi e quindi diviso il totale per 2, che i discepoli erano la metà rispetto all'ultima lezione, come chi dicesse che se n era il numero degli intervenuti alla prima lezione, ora il nuovo numero era $n/2^6 = n/64$. Si appresta quindi con entusiasmo a principiare la

LEZIONE VII

SISTEMI DEI NASTRI STEREO

1. Premessa

Ma prima deve ascoltare con compunzione il seguente coretto propiziatorio.
« *Per schivar l'averno ché il peccato ci procura, in isconto la lezione accettiam, che ci tortura* ».
La fig. 56 mostra le parti essenziali di un sistema di riproduzione a nastro stereo. Per fissare le idee (senza essere idealisti, idee non ce ne mancano) poniamo il caso che il nastro si sposti da sinistra verso destra, che il canale S (sinistro) sia registrato sulla pista superiore del nastro; che altro resta al canale destro D che farsi registrare sulla pista inferiore del nastro? L'impressione magnetica sulle due piste corrisponde ai segnali audio originariamente captati dai microfoni stereo. Se state buoni, vi dico cosa avviene quando si vuole suonare un nastro stereo. In tale malaugurato caso, testine magnetiche separate, generalmente coabitanti in un unico involucro, perché non possono permettersi il lusso di affittarne, né tantomeno acquistarne uno per una, esplorano ciascuna la propria pista e generano tensioni corrispondenti alle impressioni magnetiche registrate sul nastro, che è molto impressionabile.
I segnali così generati con tanto amore vengono affidati ad un amplificatore, che li ingigantisce ed equalizza in modo da riprodurre una ri-

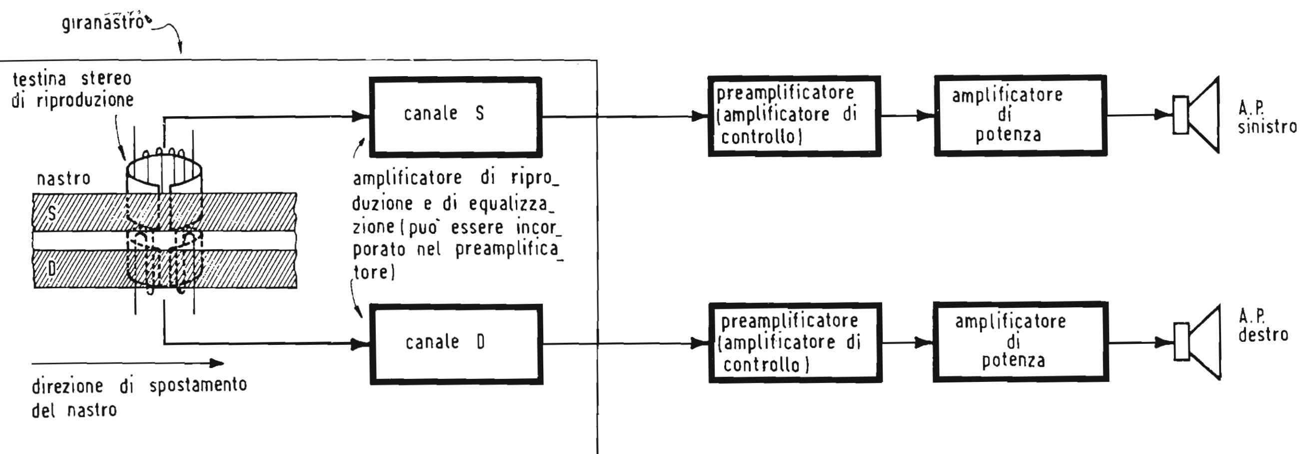


Fig. 56 - Composizione di un sistema di riproduzione stereo.

sposta piatta in frequenza. La « piattitudine » o « piatticità » della curva di risposta non è indice di scarsa genialità dell'amplificatore, anzi si pretende che sia una bella cosa.
Questo amplificatore si dà molte arie, ma in realtà è una parte del complesso amplificatore del sistema di controllo audio. Per farla corta assumiamo che detto preamplificatore (lui non vuole sentirlo dire, ma è solo un preamplificatore) faccia parte del giranastri, quindi i suoi segnali vengono ulteriormente amplificati negli amplificatori di controllo e di potenza e riprodotti negli altoparlanti stereo. Si vede in fig. 57 che il nastro è largo circa 6,3 mm, le 2 piste sono larghe ciascuna 2,54 mm intervallate da uno spazio non magnetico di larghezza circa 1,25 mm per evitare che l'informazione di un canale passi nell'altro quando il nastro raggiunge le testine di riproduzione. Qui è il momento di tirar fuori una parola difficile: *diafonia,* o peggio ancora: *crosstalk,* che caratterizza la interferenza di un canale nell'altro. Per diminuire il contagio fra la 2 vie stereo bisogna fare molta attenzione nel posizionamento verticale delle testine al momento del montaggio o della regolazione delle teste.

2. Nastri in linea e nastri sfalsati

Dal tempo degli antichi Atzechi è normale pratica l'uso di testine co-

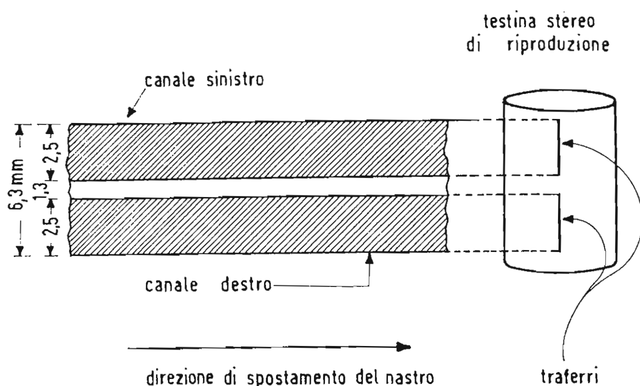


Fig. 57 - Le piste di un nastro stereo sono separate per uno spazio di sicurezza per evitare la disfonia.

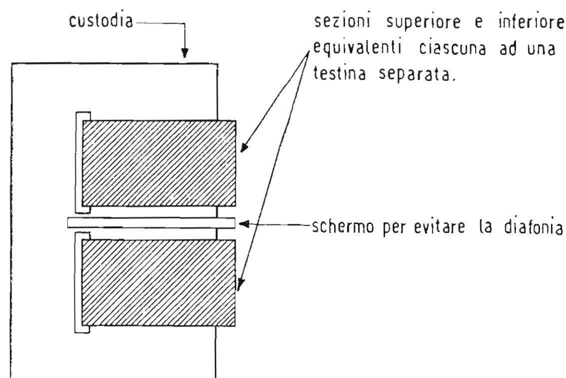


Fig. 58 - Costituzione fondamentale di una testina « in linea » per nastro stereo.

siddette « in linea » (fig. 58). Una siffatta testina combina due cervelli (le solite ingiustizie sociali: quanta gente non ha nemmeno un pezzetto di cervello, e una testa in linea ne ha addirittura due interi). Le due sezioni sono montate direttamente una sopra l'altra in modo che i loro « traferri », cioè la parte che estrae il segnale dal nastro, sono esattamente allineati verticalmente. Fino a non molto tempo fa (non si può precisare se al tempo della migrazione dorica o al 1957, comunque in confronto all'eternità si tratta di ben poca cosa) si usava il dispositivo di fig. 59, ossia si impiegavano due testine distinte sfalsate2», spostate di circa 3,2 mm. Con un giranastro in cui il portante magnetico (adesso Signor Camufletti non dia in escandescenze, si tratta ancora del nastro, che si è messo un vestito nuovo) si sposta da sinistra a destra, la testina del canale S è a sinistra ed esplora la pista sinistra, la testina del canale D è spaziata di 32 mm a destra ed esplora, dica lei signor Vercingetorige quale pista esplora la testina D. Un attimo di suspence, poi la voce tonante dell'erede gallico rimbomba:
« la pista destra », — Ma bravissimo, la sua perspicacia è del tutto stupefacente. — Un uragano di applausi — Per chi non avesse inossidabile penetrazione, aggiungo che la pista destra è quella in basso. In quei lontani giorni, i nastri venivano registrati per la riproduzione con testine scalate (è un'altra parola sostitutiva di sfalsate). Ancor oggi circolano clandestinamente simili nastri stereo, avviliti e vergognosi si vedono scacciare dai riproduttori moderni con testine in linea, a

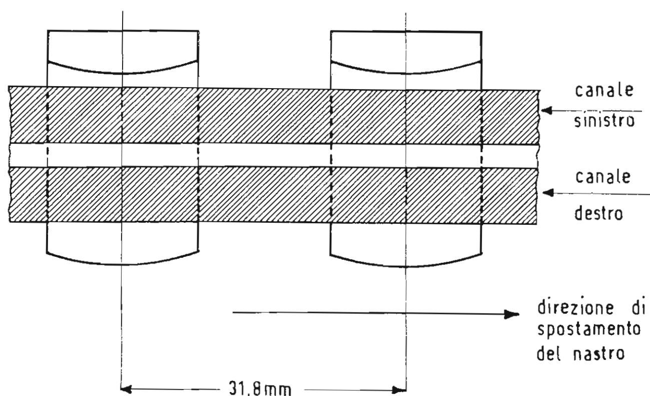


Fig. 59 - Testine sfalsate, usate in passato per la riproduzione dei nastri stereo; sono state sostituite con le testine in linea di fig. 63.

meno che qualche subnormale accetti di sentire un distinto ritardo tra i due canali. La provvidenza ha sì gran braccia, da arrivare a mettere in commercio giranastri con una testina supplementare di riproduzione, per consentire all'amatore di suonare nastri incisi sia con teste in linea, sia con teste sfalsate.
Se le teste in riproduzione hanno una distanza diversa da quella delle teste di registrazione, cosa accade? Chi me lo sa dire?... Ecco, bene, quel signore che alza la mano, dica pure: Signore — « E' una domanda alla quale non si può rispondere, perché è incompleta; non dice quello che avviene nel caso prospettato in modo tanto oscuro ».
DOCENTE - Tagliamo corto, in tal caso la fase tra i due canali stereo viene alterata, cioè i segnali audio sono in posizioni diverse relative del ciclo in riproduzione rispetto al momento della loro presa microfonica. Non ci vuol molto a capire che questo sfasamento comporti distruzione, o almeno grave deteriorazione dell'effetto stereo.
In conseguenza, bisogna mettere una sesquipedale attenzione per mantenere la spaziatura fra le teste entro la tolleranza di 2,54 μm (cioè 2,54 millesimi di mm). I giovani di oggi contestano una simile precisione ed è per questo che hanno preso grande sviluppo le teste in linea (non quelle dei giovani, intendo quelle del giranastro) con i due traferri in relazione fissa uno sopra l'altro. Senonché per combinare l'equivalente di due testine in un contenitore non più grosso di quello di una sola testa, per disporre i traferri nell'esatto allineamento verticale e per

evitare infine che le due sezioni interferiscono tra loro (diafonia), si sono presentate difficoltà non piccole. In conseguenza le testine in linea erano dapprincipio più costose delle due testine convenzionali separate previste per riprodurre ciascuna una sola pista. Come contropartita, la testina unica semplifica il problema di trovare spazio sul giranastri per alloggiare la testa e facilita il processo dell'allineamento azimutale, che sarebbe come chi dicesse l'orientazione sul piano orizzontale della sopra plurimamente menzionata zucca. Vedo che il signor Epaminonda manifesta propositi insani; allora dirò che il traferro della crappa riproducente deve essere il più vicino possibile alla perpendicolare o all'asse del nastro come in fig. 60; sono certo di mettere a dura prova i vostri nervi; ma non è più possibile tenervi nascosta l'atroce verità: anche la più piccola deviazione dalla perpendicolarità comporta una sostanziale perdita di alte frequenze.
Per farvi rinvenire, vi offro come cordiale, l'informazione che la testa in linea facilita la riproduzione di copie del nastro, e se questo deve essere tagliato e montato, l'operazione è molto più agevole che l'esecuzione di un taglio obliquo come è richiesto dalle teste sfalsate (quante teste sfalsate sono oggi in circolazione!).

3. Sistemi stereo a due vie

In quel che segue, una serie di pro e contro il nastro stereo provocherà fiere crisi di cardiopalma a chi mi segue nella drammatica altalena di

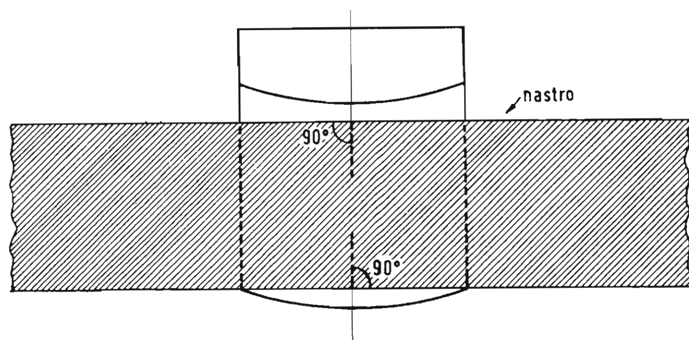


Fig. 60 - I traferri devono essere perpendicolari ai bordi del nastro per evitare una grave perdita di alte frequenze.

lode e di infamia del nastro stereo: divinità celeste o demoniaca? Odio o rancore? Gioia o dolore? Il socratico argomento dei contrari è sempre valido!
Chi vuol salire il calvario prenda la sua croce e mi segua.
Ordinariamente un nastro monofonico viene registrato con due piste; questo tipo di registrazione è nota come sistema a mezza traccia, perché ciascuna pista occupa circa la metà della larghezza del nastro (naturalmente, escludendo dalle piste l'intervallo che le separa). Rizzate le orecchie e spremete fino in fondo le meningi, perché ciò che sto per enunciarvi è molto difficile. In un giranastri dove il nastro monofonico si sposta da sinistra a destra, nella corsa di andata viene suonata la pista superiore. Quando il nastro è passato tutto sulla bobina di destra, e le bobine vengono scambiate e rovesciate dall'operatore, per cui il nastro risulta girato sotto sopra, la seconda pista diviene quella superiore e può essere suonata partendo dalla posizione iniziale del nastro. Con questo diabolico artificio non occorre il ritorno del nastro, quando il mefistofelico auditore s'inzucca di sentire le due piste tutto d'un fiato. Ma un nastro stereo monopolizza entrambe le piste e quindi può essere suonato in una sola direzione. Questo sistema di registrazione è noto come facente uso di un nastro ad una via. La nera conseguenza è che con tale nastro è sempre d'obbligo il riavvolgimento e ciò rappresenta un inconveniente piuttosto giallo, speciamente quando si

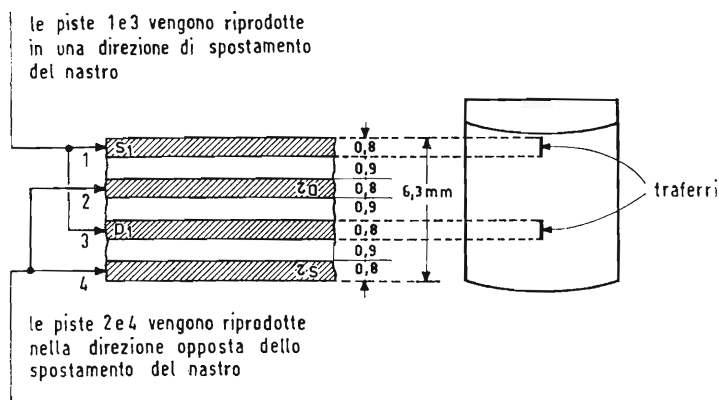


Fig. 61 - Nastro stereo a due vie sistema Shure; aumenta la durata di riproduzione.

suonano certi barbosissimi concerti da camera, che inghiottono più di un centinaio di bobine. Inoltre, potendo essere suonato solo in un senso, il nastro stereo ha un contenuto musicale metà di quello di un nastro monofonico.

Orbene, dopo prolungate analisi tecnico-commerciali, i cervelloni dello stereo sospettarono che il costo del nastro potesse incidere negativamente sulle vendite, conclusero che il nastro stereo costava da due a tre volte più di un disco stereo (sottolineiamo l'acutezza della penetrazione investigativa in campo di marketing di quei geni veramente superiori).

Allora che ti vanno a inventare quei superencefali ? Inventano il nastro stereo a quattro piste. Senza scherzi, qui non ci resta altro che scoprire il cuoio capelluto, socchiudere contritamente gli occhi e flettere i ginocchi.

Così il tempo di durata della registrazione-riproduzione diventa pari al nastro a due pilste monofoniche e si può fare marameo al riavvolgimento. Non uno, ma ben due sistemi di nastro stereo a due vie, cioè a quattro piste, sono stati proposti, uno leggermente differente dell'altro.

Un primo sistema fondamentale è rappresentato schematicamente in fig. 61 ed è quello proposto dai fratellini Shure fabbricanti di teste per nastri. Nei viaggi da sinistra a destra del nastro, le piste 1 (S_1) e 3 (D_1) costituiscono i canali sinistro 1 e destro 1 con informazione stereo; dopo aver suonato il nastro in una direzione e le bobine sono state rovesciate, le piste 2 (S_2) e 4 (D_2) forniscono i segnali stereo, senza riavvolgimento.

La fig. 62 è un odioso confronto fra un nastro stereo a due vie (quattro piste) e un nastro stereo a una via (due piste). Le quattro piste occupano lo stesso spazio delle due piste convenzionali; al centro del nastro è mantenuta la stessa distanza di sicurezza pari a 1,3 mm. Una testina progettata per il nastro della fig. 62 può riprodurre anche nastri stereo a una via (2 piste, per i duri di comprendonio).

Però non può sfuggire nemmeno al nostro direttore tecnico, che i traferri più brevi coprono (in fig. 62) solamente poco più di 0,8 mm. Ne risulta un segnale più debole da un nastro a quattro piste che da un nastro a due piste. Pensandoci su un poco (il signor Pompeo dovrebbe pensare per un buon mesetto) le piste strette del nastro a due vie presentano un peggiore rapporto segnale/rumore. Spieghiamoci meglio, quanto più è larga la pista, tanto maggiore è la magnetizzazione sul nastro e quindi maggiore è la tensione di segnale prodotta dalla testina di riproduzione; ma non è finita, quanto più grande è la ten-

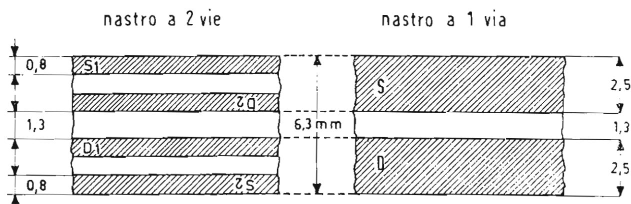


Fig. 62 - Confronto fra il nastro stereo 2 vie (4 piste) Shure ed un nastro stereo convenzionale a 1 via (2 piste).

sione di segnale, tanto più alto è il rapporto segnale/rumore dell'informazione audio al disturbo generato nei componenti elettronici del giranastri e nei successivi complessi audio. La riduzione della larghezza della pista a circa 1/3 di quella di un sistema a una via comporta un'apprezzabile riduzione del rapporto segnale/rumore. Considerando che nelle macchine a nastro ci si sforza di ottenere per tale rapporto il valore di 55 dB, una perdita di molti dB imputabile alle piste più strette può essere un inconveniente difficilmente digeribile. Mi accorgo di essere stato troppo lungamente serio ed assennato e poiché il senno è scaduto di moda, chiedo venia e prometto che non lo farò più; sento che è giusto che vada a letto senza cena (per forza! Chi scrivendo simili baggiannate può guadagnare tanto da permettersi la cena?).
Dunque non c'è proprio niente da fare? La stereofonia s'infrange contro il muro del pianto? E se provassimo ad avvolgere le testine di riproduzione con un maggior numero di spire? La tensione di uscita dovrebbe crescere con il numero delle spire, quindi è probabile che satana sia vinto, come già avvenne quando quel matricolato di Siebel asperse i fiori per Grettchen con l'acqua santa (per maggiori particolari in merito, confrontare Goethe, Gounod, il Dr. Faust e Satanasso). Ma il diavolo si è scaltrito e fa sì che l'aumento delle spire comporti una maggior captazione di ronzio e di qui un peggioramento del rapporto segnale/rumore, cioè sarebbe come portare armi all'odiato nemico (qui è molto chiaro trattarsi della rumorosità totale, mentre nella 2ª guerra mondiale non si è mai saputo bene chi fosse il nostro odiato nemico). Mi dispiace molto parteciparvelo, sia pure con le dovute circospezioni precauzionarie, ma il guaio combinato dal maggior numero di spire è assai più grosso di quello sopra prospettato, perché si ha anche una perdita di alte frequenze per aumentata capacità distribuita fra le spire. « Pegio el taccon del buso », come si dice a Venezia. Per

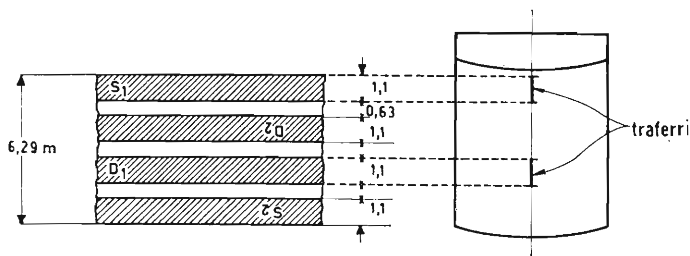


Fig. 63 - Nastro stereo a due vie sistema RCA; le piste sono più larghe e gli interspazi sono più stretti che nel sistema Shure.

arginare i danni apportati dal rimedio, bisogna urgentemente ricorrere a costose pesanti schermature della testina e ad accorciare i collegamenti fra detta zucchetta e i successivi componenti elettronici per portare la capacità derivata sulla stessa ad un minimo, col recondito subdolo fine di conservare le alte frequenze (è evidente la politica reazionaria, conservatrice, anti-popolare).

Vi siete mai domandati che cos'è un nastro magnetico? Se provate a rispondere, vi accorgete subito che non è né automobile, né una monaca, e neppure una promessa fatta un poco più da vicino fra le parole t'amo, ma che è in sostanza un rivestimento di particelle finemente disperse di ossido di ferro (e recentemente di un metallo assai più pregiato) in un materiale legante, che la vincola ad un supporto plastico.

Le minute particelle sono distribuite il più omogeneamente possibile, ma capisce anche lei signor Nabuccodonosor, che è molto difficile ottenere risultati quasi perfetti, se non con spese sostenibili solo dalla Nasa (un nastro di alta qualità per calcolatori elettronici costa circa 60.000 lire contro le 1.800 lire di una comune bobina audio di uguale lunghezza).

Le irregolarità del rivestimento del nastro provocano rumorosità e sospensioni di suono cioè l'assenza o quasi dell'informazione audio. E' intuitivo, meno che per i vari signori Epaminonda, che in una pista magnetica larga, le irregolarità tendono a mediarsi e a compensarsi, ma quando la pista è stretta, o crapponi, c'è molto minore possibilità che le falle vengano compensate, perciò « i buchi » provocano bellissimi scoppiettii, rumorosità e sospensioni istantanee.

La situazione diviene insostenibile... Come dice? Come quella del go-

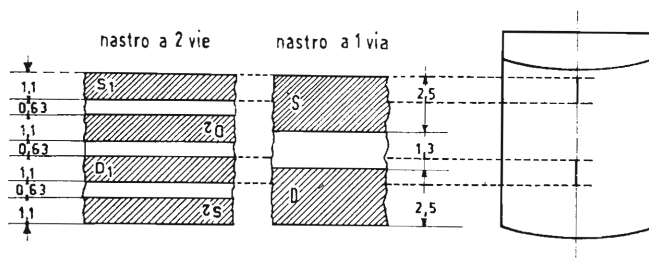


Fig. 64 - Confronto fra il nastro stereo a 2 vie (4 piste) RCA ed un nastro stereo convenzionale a 1 via (2 piste).

verno dei sindacati? No, non così tanto. I fratelli Shure mogi mogi si sentono dire dalla RCA (facente funzioni di suocera) « sentite ragazzini, avete combinato abbastanza guai, adesso mettetevi da parte (altra differenza con i sindacati, che non si mettono da parte) e lasciate fare a me ». Così dicendo, la RCA sciorina sotto gli occhi lagrimosi dei gemelli Shure una versione assai diversa di nastro a quattro piste come in fig. 63.

Qui la disposizione delle quattro piste magnetiche è rubata dalle figure 61 e 62, ma le larghezze e le spaziature sono diverse. Quella volpe sopraffina della RCA allarga le piste magnetiche e restringe le spaziature tra le piste, con il risultato di incrementare la tensione di segnale di uscita della testina riproducente. Con sano principio comunista, le spaziature sono ora tutte eguali (circa 0,63 mm) e quella centrale cessa di essere larga come una buessa ai danni delle altre distanze proletarie. Facciamo ora in fig. 64, il confronto fra il nastro stereo a quattro piste RCA con un nastro stereo a due piste (una via). Se la testina a quattro piste viene usata per riprodurre un nastro preregistrato a due piste, il traferro inferiore della testina in linea investe una area registrata minore di quella investita dal traferro superiore, ne consegue, che il segnale di uscita del canale inferiore (il destro in fig. 64) è minore di quella del canale superiore (il sinistro, salta su a dire il signor Cervelloni). Visto il lampo di compiacimento degli occhi dei solidalissimi fratellini Shure, che capiscono di aver colto in castagna la RCA, questa t'inventa un giranastri in cui vi è un diabolico dispositivo, che fa abbassare la testina (quella del giranastri, non quella dei capi sindacalisti) quando si suona un nastro a due piste. Il ghigno tutt'altro che

pio (è un ricordo carducciano) della RCA provoca una nuova emissione lagrimogena degli organi della vista dei più volte nominati fratelli.
Da parte mia esorto gli interessati alle quattro piste del nastro stereo, a sperare (anche se si dovrà morire cantando, per non dir di peggio) in perfezionamenti nella fabbricazione del nastro stesso, per arrivare a risolvere qualcuno dei numerosi problemi in questo campo. Per l'addietro (è una leggiadria verbale per significare in passato) ci sono stati perfezionamenti rispetto all'entità del segnale che il nastro può accettare prima che si origini una sensibile distorsione, rispetto alla rumorosità (i cosiddetti nastri « low noise ») e alle sospensioni.
E' probabile che in futuro si possano verificare nuovi miglioramenti, per quanto in misura minore. C'è anche da sperare nei perfezionamenti delle testine (sempre s'intende quelle dei giranastri, non degli uomini) e degli amplificatori elettronici, che le seguono, per un miglioramento del rapporto segnale/rumore, così aggravato dal ristringimento delle piste magnetiche.
Adesso, in tutta confidenza, mi dite voi cosa sarà un nastro video, se quello audio è tanto scorbutico? Non commettete la corbelleria di acquistare un video registratore, perché non vi resterebbe altro che mangiarvi le dita, dopo aver divorato le unghie. E' prudente intanarsi in un rifugio antiaereo per lasciar passare l'uragano di fuoco che i commercianti di nastri video e audio stanno per scatenare sul dicitore.

4. Mangianastri e cassette compatte di nastri stereo

Una delle maggiori imputazioni mosse al nastro, come si è detto in precedenza (ma certo certo nessuno se ne ricorderà, perché mentre dicevo tali cose — talia fantis, secondo Cicerone — una grossa scolopendra calava minacciosamente dal soffitto, assorbendo tutta l'attenzione dello smarrito auditorio, che aveva ben d'onde di essere preoccupato), era la difficoltà del suo uso rispetto a quello del disco.
A questo punto la solita dea ex macchina sotto forma di RCA ti sforna il contenitore a cassettina per il nastro; questo « magazzino » originariamente era lungo 178 mm, largo 12,7 mm e spesso 12,7 mm. La scatolina viene inserita in uno speciale giranastri, preconcetto con volpina astuzia; il nastro si sposa con le testine e con il meccanismo di traino (bello esempio di ménage a tre o più individui, venuto poi di gran moda). Le bobine, anche se non si vedono, ci sono sempre, ma timide e celate entro al contenitore (come se avessero visto appropinquarsi l'agente delle tasse); sono tenute sicuramente in posto da un freno auto-

matico, che, dimostrando il suo disinteresse, si ritira senza parcella non appena il magazzino è correttamente posizionato nella macchina. Lo straordinario e stupefacente evento è che premendo un bottone il nastro comincia a suonare. L'avreste creduto? No è... eppure è vero! I pregi della tecnica dei magazzini-cassettino o musicassette sono: 1) la registrazione su 4 piste nel modo prima discusso; 2) velocità del nastro a 9,5 cm/s anziché 19 cm/s., pur ottenendo una riproduzione di alta qualità e fedeltà. Chi è così tonto da non intendere che si è così conseguita una forte diminuzione di prezzo? Infatti oggi i nastri stereo sono a molto più buon mercato del prezzemolo. Si può affermare che con gli attuali nastri a 4 piste, un'ora di musica costa meno della metà dei corrispondenti nastri a 19 cm/s. Dite la verità: siete un po' delusi, vi aspettavate qualcosa di più, ma il segreto della felicità sta nell'accontentarsi di quello che si ha (notare la rima).
Con quell'obiettività che è mia caratteristica, lascio a voi di giudicare i progressi fatti nell'ambio della durata di riproduzione, sottoponendovi il seguente specchietto tanto verace, quanto eloquente (vedere tabella numero 1).
Questi tempi di riproduzione sono ancora piccoli, se pensiamo che una signora per la sua riproduzione (indipendentemente dall'alta fedeltà) impiega 9 mesi (circa 389 mila minuti).
Inversamente, per una data durata di riproduzione sonora, con la velocità del nastro 9,5 cm/s, si può conseguire un notevole risparmio di nastro.

Tabella 1.

Modo di funzionamento nastri stereo	Tempo di riproduzione
una via (2 piste) a 19 cm/s	16 minuti
due vie (4 piste) a 19 cm/s	32 minuti
due vie (4 piste) a 9,5 cm/s	64 minuti

Smorzare gli entusiasmi non è laudabil cosa, ma non posso tenervi nascosto che il costo di un nastro preregistrato non diminuisce proporzionalmente alla quantità di nastro occorrente per un dato tempo di

riproduzione. I meriti del magazzino del nastro sarebbero compromessi se non si disponesse di mezzi così intelligenti da arrestare il nastro prima che esca dalla finestra. A ciò provvede un giranastri progettato ad hoc. Ma c'è di peggio: alcuni modelli di simili mostruosi giranastri sono capaci di invertire automaticamente il nastro, quando questo è arrivato alla fine della sua corsa. Ciò coinvolge di dover prevedere mezzi per spostare la posizione della testina riproducente al fine di farle esplorare la nuova corretta pista. Ciò non è facile: provate a far cambiare le testine dei politicanti e vi accorgerete quante e quali difficoltà s'incontrano.

Non c'è rosa senza aculei: il sullodato uso della velocità 9,5 cm/s per alta fedeltà è minato alla base dell'adulazione e dalla fluttuazione, cioè dalle variazioni lente e rapide di velocità (spiegazione a livello laureandi), ovvero da « wow and flutter » (spiegazione per coloro che astutamente si sono sempre tenuti lontani dalle scuole, in particolare dai corsi d'inglese).

Sviisceriamo il fattaccio: il trasporto del nastro a grande velocità ha maggiore inerzia meccanica ed è quindi meno suscettibile di risentire delle variazioni di velocità rispetto al trasporto a bassa velocità; è intuitivo che la variazione di 1 cm/s rappresenta circa il 5% rispetto a 19 cm/s, ma rappresenta circa il 10% rispetto a 9,5 cm/s, cioè nel secondo caso la variazione di velocità è molto più avvertibile e dannosa. Le fluttuazioni devono essere mantenute al disotto dello 0,25% e vi as-

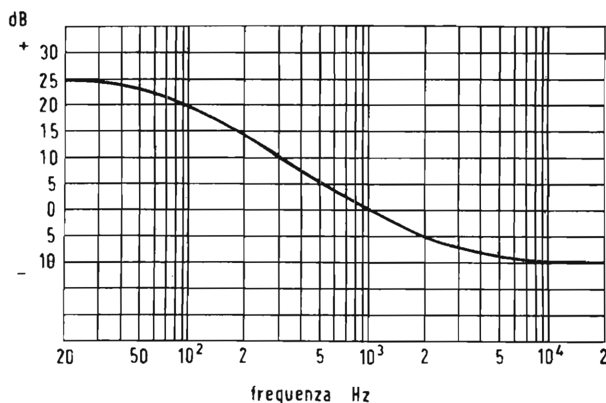


Fig. 65 - Curva di equalizzazione in riproduzione per velocità del nastro 19 cm/s.

sicuriamo che per farlo a 9,5 cm/s bisogna essere provvisti di baffoni molto fluenti.

Il punto più scorbutico con i 9,5 cm/s è sempre la risposta in frequenza, e bisogna parlarne.

I nastri stereo del commercio previsti per funzionare alla velocità di 19 cm/s, sono registrati in modo da richiedere una forte esaltazione dei bassi in riproduzione, come indica la fig. 65. Voi che avete gli intelletti sani, avete subito riconosciuto nella curva di figura 65 l'equalizzazione NARTB. Gli occhi stralunati del signor Genserico denunciano che tale agnizione non ha avuto luogo, e allora non stiamo a perdere il tempo per spiegare il significato di questa sigla. Per i nastri operanti a 9,5 cm/s, si adotta generalmente la curva di fig. 66 per la riproduzione. Se ci si scosta dalle curve di equalizzazione, peste ne coglie sotto la forma di mancanza o eccesso di bassi e acuti. Non è raro trovare amplificatori di controllo, che forniscono insufficienti sopraelevazione dei bassi, col tragico risultato di avere una riproduzione povera di bassi e stridente per eccessivi acuti.

Faccio appello al vostro spirito di sopportazione e state ad ascoltare quel che segue; è per il vostro bene, credete.

La corretta risposta agli acuti dipende da: 1) velocità del nastro, quanto più alta è la velocità, tanto più estesa è la risposta in frequenza del sistema; 2) il nastro, le caratteristiche di risposta dipendono in buona misura dal tipo di nastro e dalla sua fabbricazione; 3) la corrente di

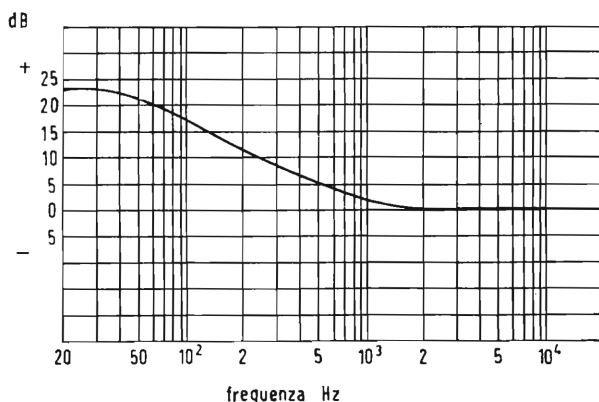


Fig. 66 - Curva di equalizzazione in riproduzione per velocità del nastro 9,5 cm/s. Rispetto alla fig. 65 questa curva presenta una accentuazione supplementare degli acuti.

polarizzazione, cioè la corrente di alta frequenza applicata alla testina riproducente simutaneamente al segnale audio per ridurre la distorsione e aumentare l'intensità del segnale audio prelevato dal nastro; la risposta agli acuti è tanto più scarsa, quanto più intensa è la polarizzazione; 4) la larghezza del traferro della testina di riproduzione; gli acuti sono tanto migliori, quanto più stretto è il traferro; 5) l'esaltazione degli acuti in registrazione per compensare le perdite di alte frequenze, che hanno luogo nel processo di registrazione dei segnali sul nastro.

Tutti questi fattori entrano in combutta nel tentativo di adottare la velocità 9,5 cm/s per l'alta fedeltà.

Il vostro boccheggiare attuale diverrà una corona di rose quando sarete in paradiso (sono certo che quanto segue ve lo farà acquistare).

1) Velocità del nastro: se a 19 cm/s la risposta è relativamente uniforme fino a 15 kHz, passando a 9,5 cm/s, l'uniformità cessa a 7,5 kHz; fate conto che l'alta fedeltà esige una risposta costante almeno fino a 12 kHz (di meno non posso, altrimenti ci rimetto del mio).

2) Il nastro: gli ottimisti opinano che siano fattibili progressi nella fabbricazione dei nastri, così da permettere un'estensione degli acuti, ma le illusioni sono brevi e fugaci.

3) Corrente di polarizzazione: è pur vero che a 9,5 cm/s si può impiegare una minor corrente di polarizzazione che a 19 cm/s, con conseguente riduzione degli effetti di attenuazione degli acuti, ma ne scappa fuori una maggior distorsione. E' anche vero inoltre che registrando a più bassi livelli, la signora distorsione batte in ritirata, ma si fa avanti in sua difesa un più denutrito rapporto segnale/rumore. Tirando le somme, diminuendo la corrente di polarizzazione si può andare incontro a maggior distorsione o a minor rapporto segnale/disturbo o a tutte due le cose insieme. Per non formulare tragici propositi, consoliamoci raccontandoci la panzana che la riduzione del segnale registrato può essere compensata dall'uso di testine di grande rendimento in riproduzioni, alle quali basta un minisegnalino per produrre un suono apocalitico.

4) Larghezza del traferro: si ritiene buona una testina di riproduzione avente una larghezza di traferro 6,35 micron (= millesimi di mm per chi non lo sapesse), quando si opera a 19 cm/s, perché con esso si ha un'attenuazione di soli 4 o 5 dB a 15 kHz, facilmente compensabile (se si è pignolissimi) esaltando un poco gli acuti. Il busillis sta nei 9,5 cm/s, perché la stessa testa darebbe luogo ad incommensurabili perdite oltre i 10 kHz. Qui però la tecnica ha fatto finalmente qualcosa di buono, permettendo la fabbricazione di testine con traferro di circa

2,3 micron (= millesimi di mm, per i duri di comprendonio), sufficienti a garantire una piccola perdita fino a 15 kHz. Il solito Alichino ci vuol mettere la codaccia: una testina a traferro strettissimo fornisce minor segnale di una a traferro più pasciuto, d'onde un peggioramento del rapporto segnale/disturbo, coeteris paribus ben inteso (se il vostro parroco non è zazzeruto, vi potrà spiegare la nostra citazione altisonante in latino).
5) Esaltazione degli acuti in registrazione: nella registrazione di nastri a 19 cm/s si impiega un'enfasi degli acuti assai nutrita, oltre 20 dB, per ottenere una buona risposta a 15 kHz. Oltre i 20 dB non conviene spingersi, perché lo spettro della distorsione sarebbe agghiacciante. Alla velocità di 9,5 cm/s non si vedrebbe altra via che esaltare le alte frequenze oltre i 20 dB, ed è ciò che si fa; poi si sta a vedere: se lo spettro non appare, l'abbiamo fatta franca, se appare facciamo gli scongiuri abbassando il livello di registrazione, che mette in fuga i fantasmi distorcenti, ma il solito dannato rapporto sta in agguato e salta fuori con grida osceni.
Che vi possiamo dire? Bisogna esser forti e guardare in faccia la realtà anche se brutta: i nastri a 9,5 cm/s presentano una somma di problemi, rompicapi e mali di panza, se si vuole che soddisfino ai canoni dell'alta fedeltà.
E' chiaro che la panacea sta nel non volere soddisfare i canoni, ma vi sono i cocciuti dalla cervice di acciaio inossidabile che si ostinano a pretendere di soddisfare i canoni! Cerchiamo di vivere nella pietosa insania che in un giorno assai lontano i perfezionamenti tecnologici fughino definitivamente i medievali fantasmi, che hanno scarsa inventiva (ad es. non hanno trovato il sostituto del tradizionale lenzuolo e seguitano a fare Uh Uh! come alcuni millenni or sono) e non saprebbero adottare adeguate contromisure.

5. La diafonia

La modulazione incrociata tra i canali sinistro e destro nel caso del nastro fa ridere, soprattutto in confronto col caso del disco. Per i nastri, si ottiene una separazione di 40 dB o più con sorprendente facilità.
La causa principale di diafonia risiede nelle testine in linea, dove le due sezioni strettamente adiacenti provocano generosi accoppiamenti mutui fra i segnali dei due canali. In termini a livello laureandi politecnici: ciascuna sezione, attraverso l'induzione magnetica, tende a

raccogliere un poco del segnale dell'altra sezione (se volete veder schiattare i laureandi politecnici, chiedete loro di definire fisicamente il vettore induzione magnetica).
Una leggera diafonia non nuoce alla riproduzione dei nastri stereo, il guaio comincia quando si usa una sezione di una testina in linea per suonare un nastro monofonico a mezza pista. Se si usa la sezione superiore di una testina in linea per riprodurre la pista superiore di un nastro monofonico, la sezione inferiore inattiva capterà tuttavia un segnale dalla pista inferiore e un poco di questo segnale sarà induttivamente trasferito alla sezione superiore della testina. La presenza del segnale proveniente dalla pista inferiore, che non ha proprio nulla a che vedere con la pista superiore in un nastro monofonico a 2 piste, (peggio ancora: la pista inferiore viene letta in direzione opposta a quella di registrazione, immaginate che guazzabuglio!) può risultare antipatica anche se di lieve entità, specialmente nelle pause della pista superiore o nei suoi passaggi pianissimi ispirati. L'audioamatore inzuccato a voler suonare nastri monofonici e stereofonici con una testina in linea, deve svolgere lunghe laceranti indagini sulle caratteristiche di diafonia della sua testina (con « sua » intendiamo quella del suo magnetofono; del resto non c'è possibilità di ambiguità, perché un simile audioamatore non possiede una testa sopra le cosiddette spalle). Vogliamo aiutarlo dicendogli che se la separazione è minore di 50 dB, rinunci immediatamente all'uso soprapropspettato.
Il problema della diafonia è minore per una testina in linea a 2 vie (4 piste) che per una testina in linea a 1 via (2 piste).
Nelle figure 61 e 63 la distanza tra i traferri è maggiore per le teste a 2 vie.
Nel sistema Shure tale distanza è circa 2,9 mm, nel sistema RCA è circa 2,4 mm, mentre per le testine a 1 via essa è circa 1,3 mm. Quanto più grande è la distanza fra i traferri, tanto maggiore è la possibilità di porre uno schermo fra le due sezioni della testina in linea, al fine di ridurre la diafonia.

6. Tipi di apparecchi a nastro stereo

Se un meschino si orienta verso l'acquisto di un magnetofono stereo a nastro, si trova sommerso da una caterva di apparati, parti staccate, accessori, complementi etc. e finisce per stare « come candela in candeliere » (questa battuta spiritosa è di quel mattacchione di Dante). Per « macchina a nastro » si intendono molte cose, che vanno dal sem-

plice giranastro (meccanismo che muove solo il nastro passante tra le testine, ma privo di qualsiasi bene elettronico), fino ad un completo sistema audio comprendente anche gli altoparlanti.

Elenchiamo qui di seguito le varianti fondamentali della composizione delle macchine a nastro, che l'audioamatore può trovare sul mercato.

1) Meccanismo di trasporto del nastro — Il segnale rilevato dalla testina stereo di riproduzione viene inviato direttamente agli amplificatori esterni di controllo dell'impianto sonoro. Normalmente gli amplificatori di controllo comprendono l'equalizzazione e l'amplificazione supplementare necessaria per accettare il segnale proveniente dalla testina del nastro e produrre una risposta uniforme ad un livello di tensione sufficiente per pilotare un amplificatore di potenza. Chi ha un minimo di buon senso capisce subito che il cavetto di collegamento fra le testine degli amplificatori di controllo deve essere tenuto il più breve possibile per miinimizzare la perdita di alte frequenze.

2) Unità costituita da un trasportatore di nastro insieme con i componenti di riproduzione; in alternativa, si possono anche acquistare tali componenti separatamente. Queste unità forniscono l'equalizzazione e l'amplificazione necessaria per convertire il segnale dal nastro in un segnale uniforme ad un livello di tensione adatto a pilotare il solito amplificatore di controllo o di potenza.

3) Trasportatore di nastro insieme con componenti non solo per la riproduzione, ma anche per registrare, in modo che l'audioamatore può registrare da sé i suoi nastri. Talvolta l'apparecchio possiede i mezzi per registrare monofonicamente (un solo canale); tal'altra possiede i mezzi per registrare stereofonicamente (2 canali). Queste unità vengono fornite con due microfoni, o con un microfono, o senz'alcun microfono. Registrare la propria voce è il sogno di tutti, perché fa sentire immortali sui due piedi; è l'affidare alle generazioni future le proprie abilità artistiche con registrazioni, intercalate da risatine rauche, di scultoree leggendarie fesserie del tipo: Non so cosa dire... uno due, tre, quattro... dammi qualche cosa da leggere... Che stupido! Ho sbagliato il tasto... oh no non è vero... », con simili gigantesche intellettualità, l'immortalità è assicurata.

4) Apparato comprendente non solo i componenti per riprodurre e registrare, ma anche gli amplificatori di potenza e gli altoparlanti. Talvolta il complesso è fornito di un solo amplificatore e di un unico altoparlante; tal'altra è provvisto di due amplificatori e due altoparlanti (uno o entrambi gli altoparlanti possono essere esterni alla cassetta

del magnetofono); tal'altra ancora ci può essere un solo altoparlante servitore di due padroni amplificatori di potenza.
Se un apparato stereo non è provvisto completamente, cioè non possiede due amplificatori e due altoparlanti (o gruppi di altoparlanti), cosa deve fare l'acquirente audofilo? *Suspance*... Rinunciate all'ascolto stereo? Far intervenire un tecnico di chiara fama? Andare al cinema? Togliere tutte le chiavi dagli usci e dai mobili e disporle in circolo sul pavimento? Suicidarsi? Il problema è astruso, la soluzione è recondita, ma io ve la svelo: quell'audiofilo deve acquistare separatamente i componenti mancanti.
Un consiglio pratico: se siete così pazzi da volervi procurare un magnetofono stereo, compratene uno completo di quelli che si trovano a milioni di esemplari in tutte le vetrine anche di maniscalchi.
Cessato il dire, il professore chiese al pubblico « Ci sono domande? »; dovette ripetere tre volte con voce sempre più altisonante la sua domanda. Gli uditori stranamente silenti con occhi vitrei davano chiaramente a intendere di essere in trans.

DOCENTE - Allora passiamo alle interrogazioni. M'interessa interrogare quella coppietta strettamente avvinghiata nell'ultima fila. A mo' di Mike Bongiorno, le chiedo signorina come si chiama.

SIGNORINA - Mi chiamano Mimì, ma il mio nome è Ipotenusa.

DOCENTE - E lei zerbinotto di belle speranze, com'è stato battezzato?

ZERBINOTTO - Mi nomino Apotema e la signorina Ipotenusa è la mia fidanzata. Ci siamo giurati alta fedeltà e stereofonia.

DOCENTE - Molto bene. Voi avete le testine sfasate?

APOTEMA e IPOTENUSA - No, le abbiamo in linea, grazie a Dio.

DOCENTE (tra sé: adesso li frantumo) - Che cosa significano le sigle RIAA, CCIR, NARTB e AES?

APOTEMA e IPOTENUSA - Significano rispettivamente: Recording Industry Association of America; Comité Consultatif International Radio; National Association of Radio and Television Broadcaster; Audio Engineering Society.
DOCENTE - (esterefatto, medita una vendetta atroce e formula la domanda) - Mi sapreste dire i livelli in dB di registrazione dischi microsolco secondo la caratteristica RIAA per la velocità di 33 giri al minuto?
APOTEMA e IPOTENUSA - Scriviamo alla lavagna la tabella in funzione della frequenza (eseguono):

frequenza Hz	livello dB
30	—18,6
50	—17
100	—13,1
400	— 3,8
1.000	0
2.000	+ 2,6
5.000	+ 8,2
10.000	+13,8
15.000	+17,2

DOCENTE - Incredibile - Quanti tipi di magnetizzazione di un nastro magnetico si possono ottenere?
APOTEMA e IPOTENUSA - Tre tipi: magnetizzazione perpendicolare (poli allineati; facce del nastro appoggiate ai poli); magnetizzazione trasversale (poli allineati; bordi del nastro affacciati ai poli); magnetizzazione longitudinale (poli sfalsati; facce del nastro appoggiate ai poli come nel 1° tipo).
DOCENTE - (sto per schiattare) - La curva di equalizzazione in riproduzione per la velocità 9,5 cm/s del nastro è uguale alla caratteristica NARTB per velocità 19 cm/s?
APOTEMA e IPOTENUSA - No; la curva per 9,5 cm/s è leggermente ribassata da 20 Hz a 2 kHz, quindi si mantiene al livello costante 0 dB da 2 kHz in avanti; la curva NARTB per 19 cm/s scende da 0 a —10 dB da 2 kHz a 10 kHz e oltre.
DOCENTE - Voi mi strabiliate - Sono senza parole.
Interviene il signor Spartaco.
SPARTACO - Voi due visti di dietro, e anche davanti, coi capelli lunghi, i calzoni a tutto pari, potete essere scambiati per due uomini o due donne. Poiché vi chiamate Ipotenusa e Apotema, siete due donne nevvero?

APOTEMA - Io sono un uomo; non lo sa che Apotema è nome maschile?
IPOTENUSA - E Ipotenusa è femminile?
TUTTI - Ah questa poi! Signor Apotema è inviato a fornire prove indubbie sul suo sesso.
DOCENTE - Basta, basta. Provvederò io a effettuare accertamenti appo la signorina Ipotenusa.
Coro degli uditori discenti:
« *L'apotema è un bel maschietto, femminil l'ipotenusa; questa è nuova e certo è novità che vien dagli U.S.A.!* »
Mentre le pie donne salmodianti accompagnano all'ultima dimora i resti mortali dilaniati dal furor di scolari dell'ultima controfigura del Professore, questi, dall'esilità del coro intonato dagli scarsi discepoli, arguisce che il loro numero è la metà dei presenti alla 7ª lezione, equipollente a $n/2^7 = n/128$, se n è il numero degli uditori della 1ª lezione. Ascolta il coro:
« *Vile insano ti approfitti, che ci paghi per udir; prigionieri qui ci tieni, qui ciascun dovrà morir* »
e sfodera la

LEZIONE VIII

IL BILANCIAMENTO STEREO

1. Premessa

DOCENTE - Credevate voi che il controllo delle varie funzioni stereo avesse stanza nell'amplificatore di potenza; invece no. Il controllo è congenito nell'amplificatore di controllo. Ma non guardatemi con quegli occhi stralunati; l'amplificatore di controllo è il preamplificatore, alias unità di controllo. Il fato ci sospinge dunque a considerare le unità stereo sotto le sembianze di amplificatori di controllo o di amplificatori integrati (sposalizio incestuoso fra amplificatore di controllo e amplificatore di potenza). Se non sarà diversamente specificato, s'intenderà che i riferimenti sono fatti relativamente ad un'unità contenente i mezzi di regolazione; questi ultimi possono essere combinati con un sintonizzatore MF, o un sintonizzatore MF-MA, o un sintonizzatore doppio MF-MA per stereofonia; per noi va bene tutto. Però che razza di sozzo ibridismo nei fondachi degli apparati stereo! E dire che, incontrandoli per strada, così eleganti, virulenti e alteri, ci fanno sentire meschini e indegni di loro!

Un amplificatore stereo è qualcosa di più di un amplificatore doppio. Oltre a svolgere le normali funzioni di un'unità monofonica, esso deve raggiungere altri due obiettivi: a) coordinare le funzioni convenzionali dei due canali stereo; b) assolvere i compiti speciali propri della stereofonia, che non hanno riscontro nella riproduzione monofonica.

Le unità stereo reperibili sul mercato (frequentate piuttosto quello della frutta e verdura, che dà molte maggiori soddisfazioni; e non malignamente, perché io la relativa lucrosa bancarella non ce l'ho). Le differenze non sono lievi (all'inizio erano più profonde di oggi); questo confonde le idee al potenziale acquirente, perché oltre all'asslilo del prezzo e della qualità, lo intisichisce la difficile scelta fra le enigmatiche e numerose combinazioni che il diabolico rivenditore gli sciorina sotto gli occhi, con il malvagio traguardo di ridurlo alla sua mercé. I vari tentativi dei fabbricanti permettono una valutazione nel campo dei metodi in alternativa di risolvere gli speciali problemi scaturiti dal problema stereo, coinvolgenti in un'unica retata anche componenti dabbene come il controllo di guadagno (questo non è assolutamente applicabile ai rivenditori di commestibili ed altri generi di prima necessità), il regolatore di risposta in frequenza e di sensazione auditiva, il bilanciamento tra i canali (questo è già un poco più subdolo) con i più pericolosi delinquenti come la sfasatura degli altoparlanti, il canale fantasma (se agisce, è veramente agghiacciante), le combinazioni dei delinquenti. La teoria dei corsi e ricorsi storici inventata da G.B. Vico in un periodo di malfunzionamento intestinale, non si è smentita con l'elettroacustica: per lo stereo si è pedissequamente ripetuta la storia dell'amplificatore monofonico, nel senso che per l'assestamento tutt'altro che definitivo sono occorse varie orbite terrestri intorno al sole, dopo di che la natura dei regolatori più conveniente è potuta essere stabilita. Attualmente, gli amplificatori monofonici, pur conservando una spiccata personalità, presentano forti analogie di famiglia. L'esperienza ha indicato la via per i metodi migliori di risolvere i problemi specifici della stereofonia, per cui le differenze fra gli amplificatori sono andate sempre più scemando; scema oggi, scema domani... sono diventati tutti scemi.
Pensiamo che uno sguardo a volo di jet all'unità monofonica giovi alla comprensione di un preamplificatore di controllo stereo, anche per i laureati in groviglio, e non rechi nocumento veruno ai matricolati in fatto di acustica.

2. Funzioni di un amplificatore monofonico

La nauseante quantità di funzioni di una volgarissima unità di controllo è indicata in tutta la sua cruda realtà nella fig. 67. Se si ha a che fare con uno di quei loschi individui di bassa uscita, come un fono rivelatore magnetico o con una testina di nastro magnetico scovata

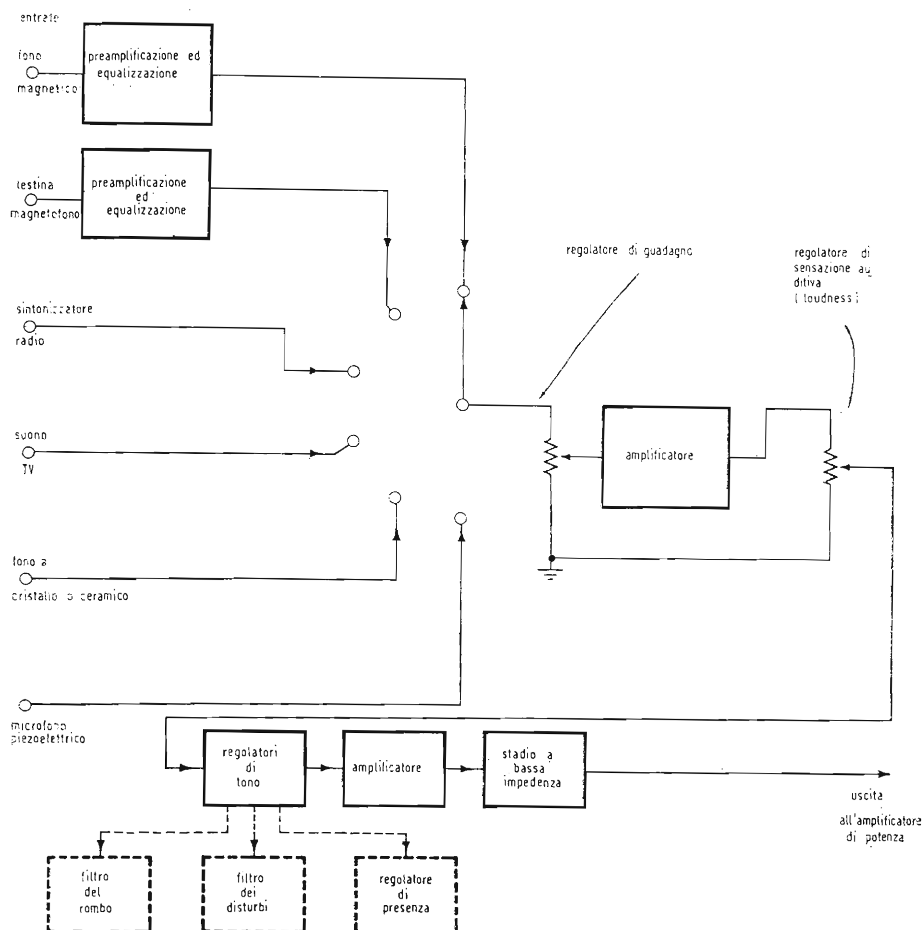


Fig. 67 - I componenti e le funzioni di un comune preamplificatore di controllo monofonico sono molteplici. I componenti segnati in tratteggio non sono sempre presenti nelle unità di controllo.

nei bassifondi più malfamati della città, occorre uno stadio, che ha un nome stranissimo: preamplificatore, chissà come saranno pervenuti ad una parola tanto allucinante?! E cosa ci sta a fare il preamplificatore? Ve lo dico io: sta a provvedere un'amplificazione preventiva, perché il segnale fornito da tali generatori è troppo gracile e abbiso-

gna di cure assitenziali energetiche, che da solo non potrebbe pagarsi. Ah lei vuol sapere che valore ha l'uscita di simili fonti programmatiche? Mi congratulo secolei per il suo spiritello speculativo indagatore. Ebbene (me lo ha detto in tutta confidenza un pezzo grossisimo di fonorivelatore a riluttanza variabile) la tensione è dell'ordine di 1 mV, cioè la millesima parte di quella fornita da un fonorivelatore piezoelettrico proletario, che dà 1 V. Ma i compiti del preamplificatore non si esauriscono lì; c'è di peggio, esso fornisce l'equalizzazione in frequenza per ottenere una risposta piatta (questa è femminile, ma non è una donna per fortuna). Come deve essere tale compensazione? Qui sta il busillis! Se si tratta di un rivelatore magnetico bisogna provvedere « babbucce e tre gatti »... forse non ho ben pronunciato l'espressione anglo-sassone: « bass bust and tre cat » in prima approssimazione, ovvero « bassboost and treble cut » in seconda ed ultima approssimazione. Mi pare di essere stato chiaro; ove ciò non fosse, aggiungo che per il rivelatore magnetico occorre esaltare i bassi e tagliare gli acuti; per il segnale di una testina di magnetofono bastano le sole babbucce, pardon, la sola amplificazione delle note gravi. Comunque sia, dopo il preamplificatore ci s'imbatte nel commutatore di programmi (o meglio di sorgenti programmatiche, che però non zampillano garrulosamente), il quale, secondo che avvinghia, sceglie dispoticamente il sintonizzatore, o il mangetofono, o il televisore, o il fonorivelatore ceramico con uscita a livello dirigente, o il fonorivelatore magnetico, o la testina di nastro (preferibile quella di vitello calda, con un po' di sale), o infine il microfono.

Si noti che l'uscita scema sempre più dalla prima all'ultima sorgente di programma nominate, e si capisce che, scema oggi, scema domani, tutto finisce per inscemenire, noi compresi (repetita iuvant).

Il segnale eletto, non creda di poter fruire dell'immunità parlamentare, che subito è sottoposto alle forche caudine di un burberissimo controllo di guadagno più severo di un doganiere, costituito da una resistenza capace di resistere al solletico che le provoca su tutta la sua lunghezza un caposcarico di cursore, che quando è in basso ammazza il segnale, mentre quando è al fine corsa in alto, si pappa tutto il segnale vivo e crudo.

Poi le cose precipitano e non c'è mezzo di arrestare la catastrofe: seguono infatti, nell'ordine, uno stadio di amplificazione; il controllo di sensazione auditiva detto anche controllo fisiologico di volume, ovvero « loudness control » (non pretendo che i giovani d'oggi sappiano cosa signifIca « loudness », ma lo dico per richiamare le scritte degli apparati di coloro che sono affetti da complessi jazz), il quale provvede

automaticamente le babbucce e i tre gatti ai bassi livelli di volume sonoro; i regolatori di tono (mogi perché esautorati dal controllo fisio nonché logico); altri stadi di amplificazione e, colpo di grazia, un circuito a bassa impedenza della peggior specie (normalmente un trasferitore catodico o emettitorico), che, bontà sua, permette l'uso di un lungo cavo (un pochino più corto di 20 km) fra l'unità amplificatrice di controllo e l'amplificatore di potenza, senza che le alte frequenze seguano le tracce di Violetta Valery. Sempre in fig. 67 (non si riesce a scrollarsela di dosso), sono indicati in tratteggio tre timidi e pudibondi blocchetti, che spesso, ma non sempre, si trovano in un'unità di controllo che si rispetti: 1) il filtro antirombo (rumble), che attenua drasticamente a staffilate le frequenze sotto i 50 Hz, per ridurre il temporale prodotto dal bombardiere giradischi; 2) il filtro di disturbi (scratch), che attenua gli acutissimi per minimizzare gli stridori laceranti dei dischi, o i trapassanti fischietti della CGL, pardon, dei nastri, o la formidabile barriera di disturbi di un dannato sintonizzatore; generalmente si provvede a tagliar via tutte le frequenze al disopra di quelle raccomandate dai plenipotenziari, per es. 10, 8 o 5 kHz; 3) il controllo di presenza, che proprio non si sa bene cosa faccia, ma se non c'è, 'amplificatore è squalificato, comunque pare che sopraelevi le frequenze da 2 a 5 kHz, lo che si pretende che imprima a musica e parlato una qualità di vita vissuta a vantaggio della naturalezza.

Adesso, venite qui, ragioniamo un momentino inieme: il filtro antirombo toglie i bassi: il filtro scratch toglie gli acuti: il controllo di presenza innalza le note centrali, mi dite che razza di curva di risposta scappa fuori? Una gobba alla « Rigoletto, sì vendetta tremenda vendetta », e dire che si è introdotta la equalizzazione per ottenere la risposta piatta! Ma che siamo scemi? Sì, lo abbiamo affermato poche righe sopra ed ora lo confermiamo qui. Che se poi si cogitasse che i regolatori di tono possano rimettere le cose a posto, si arriverebbe alla loro negazione, in quanto essi sono messi lì proprio per scostarsi dalla linearità, quindi finirebbero per svolgere un'azione contraria alla loro natura e arriverebbero presto a tragiche conclusioni, tipo gioconda all'ultimo atto. E' proprio vero che in fatto di elettroacustica nessuno ci capisce niente. Amara constatazione che ci strappa un'altra lacrima sanguigna.

S'intende che la fig. 67 è stata messa lì dal sottoscritto, perché gli serviva per il suo diabolico intento di denigrare le unità di controllo (una carta truccata in mano del prestigiatore); nella pratica le cose possono essere anche molto diverse: c'è da aspettarsi di tutto dalla bassa frequenza!

3. L'equilibrio tra i canali

Si va dicendo che un amplificatore stereo è l'oscena unione di due amplificatori monofonici identici e che perciò basta rappresentarne uno solo, poi mettere la figura davanti ad uno specchio per ottenere l'apparato stereo. Fate questo scherzetto con qualche Michelangelo e vi sembrerà di essere altrettanti Rockefeller.

Se prendiamo in mano (attenzione a non lasciarlo cadere sui calli) un amplificatore stereo, troviamo uno stranissimo oggetto chiamato « controllo di bilanciamento o di equilibrio », che non ha riscontro nelle unità monofoniche. Ecco dunque quanto sono subdolamente menzognere le asserzioni sopra accennate: non è vero he basta accostare due amplificatori a una via, per ottenere un amplificatore stereo; neppure il trucco dello specchio vale a far comparire il regolatore di bilanciamento stereo. Quest'ultimo serve a regolare manualmente i livelli relativi dei due canali, in modo che l'uditore abbia la sensazione che essi siano della stessa intensità; gli altoparlanti di un canale devono sputare all'incirca la stessa potenza acustica scaracchiata dagli altoparlanti dell'altro canale. Solo così, il suono non sembra provenire predominantemente da destra (pista nera) o da sinistra (pista rossa). La fig. 68 fa vedere, anche senza occhiali, qual è il principio adottato nella maggior parte dei casi per fabbricare un regolatore di bilanciamento (i soliti Inglesi lo chiamano semplicemente « balance », per evidenti ragioni di sobrietà e austerity). Questo strano tipo di regolatore fa aumentare il livello di un canale, quando il livello dell'altro diminuisce e versa vice, mentre il livello complessivo dei due canali rimane circa costante. Bell'esempio di Robin Hood stile 1973: togliere a chi ha molto per dare a chi ha poco! Vi siete mai domandati quanto sarebbe scorbutico ottenere il bilanciamento se il livello combinato del suono emesso dai due gruppi di altoparlanti (s'intende che sono basso parlanti quando il suono è debole) fosse variabile al variare del livello di un gruppo rispetto a quello dell'altro? No? Bravi, è meglio non pensarci.

La fig. 68 parla chiaro: un solo alberino di comando muove i cursori di due potenziometri di guadagno. Certamente è opera di un ben matricolato progettista: le connessioni sono tali che quando il cursore di un potenziometro si appropinqua alla massa, riducendo il livello del suo canale, il cursore dell'altro potenziometro tange l'estremo superiore pappandosi l'intero segnale e aumentando il livello del suo canale. Va da sé, che il canale nominato per primo si prende la rivincita quando si inverte la rotazione dell'albero di comando.

La parola al Signor Pancrazio, che l'ha chiesta.

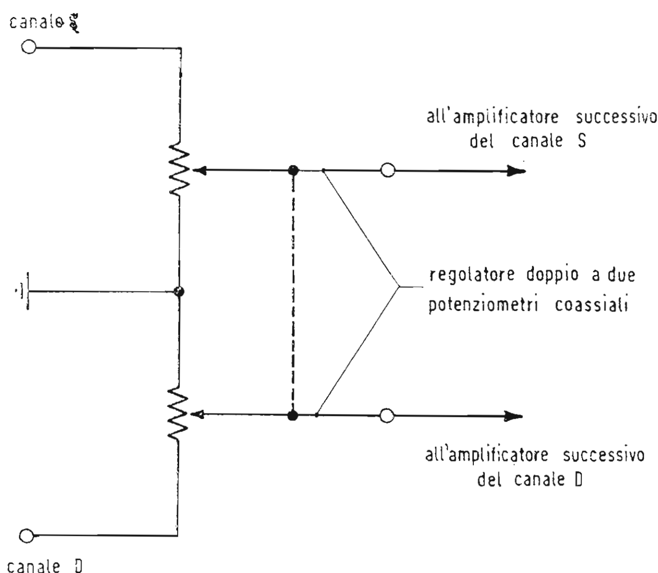


Fig. 68 - Regolatore abbinato di bilanciamento stereo, che può attenuare infinitamente alternativamente l'uscita dei due canali. Aumentando il livello di un canale, si diminuisce proporzionalmente il livello dell'altro canale.

PANCRAZIO - Dato che gli amplificatori dei due canali sono provvisti ciascuno di un proprio regolatore di livello (e con quello che si fanno pagare, possono permettersi questa lussuria), non basta usare tali regolatori indipendenti per ottenere l'equilibrio stereo? Dico bene?.

DOCENTE - La sua perspicacia è stupe nonché facente. Ci sono realmente amplificatori stereo privi di regolatore di bilanciamento, quest'ultimo essendo affidato ai due potenziometri di volume.

Contro questo sistema le malelingue adducono i seguenti velenosi orzigogoli: 1) non si riesce a ottenere il suono combinato costante al variare dei singoli livelli (ma chi se ne...) si è sparsa la voce incontrollata che ciò renda penosa la ricerca dell'equilibrio; 2) quando si impiegano due regolatori invece di uno solo per pareggiare i livelli dei canali, è più difficile ritornare a una posizione, che rappresenti « la bilancia »; per avvalorare questa diceria, si richiama il fatto che il controllo di bilanciamento stereo si usa per compensare quelle fonti di programmi, che sono squilibrate (pare impossibile quanti squilibrati s'incontrino oggi!).

Ma qui vogliamo accennare ai dischi, ai nastri, alle trasmissioni, tutti stereo ; però l'utente (mostro che non sa fare mai niente, ma che ha una bica di pretese) vuole poter ritornare ad una posizione di vero equilibrio quando si vagheggia con altri programmi ben assennati. La vera ragione dell'uso del regolatore in oggetto è (ve la dico così piano che non riuscirete a sentirla) che... (pissi pissi...). Proprio non avete inteso? Mi avete risparmiato una querela per diffamazione stereofonica ».
Il campo d'azione del ricercatore di equilibrio è, in molti amplificatori affetti da vertigini, assai modesto: ruotandolo al massimo non si ottiene più di una manciata di dB (una mezza dozzina) di differenza di livello fra i due canali di opposte tendenze politiche. Altri regolatori di bilanciamento sono assai più prepotenti arrivando a 40 dB oppure alla attenuazione infinita di uno dei due canali alternativamente; in termini adatti alla gioventù drogata, spieghiamo che ciò equivale ad assassinare completamente un canale, che non parla più. Lo schema di fig. 68 è uno di quelli che forniscono una differenza infinita, mentre la fig. 69 mostra come si ottiene una differenza limitata. Voi vi sareste inutilmente scervellati per trovare la soluzione di questo sfingeo enigma: eppure è l'uovo di struzzo, pardon, Colombo; basta mettere una resistenza tra la massa e ciascun potenziometro per far restare con tanto di naso i cursori, che non possono raggiunere la massa e zittire il proprio canale. Quale dei due sistemi (in latino si dice *uter*, che non ha niente a che fare con un certo viscero femminino) è preferibile? Ci sono pro e contro per entrambi.

Cominciamo con il bilanciamento a vasto campo d'azione. Il rapporto fra i sistemi di altoparlanti più efficiente e più catorcio è circa 20: 1 (per le persone istruite: 13 dB in termini di potenza acustica).

Putiamo che 6 dB siano da attribuire alle diverse sensibiità degli amplificatori di potenza; visto che cominciano le defezioni tra gli uditori, mi spiego più chiaramente: un amplificatore richiede, sempre putando il caso, 1 V per dare la piena potenza, putiamo 50 W; un altro richiede 2 V per dare gli stessi 50 W; che significa ciò? La domanda è sibillina, ma la profondità delle circonvoluzioni della vostra sostanza grigia cerebrale è tale da suggerirvi la risposta: il secondo amplificatore è meno sensibile del primo nel rapporto di 2 a 1, ossia di 6 dB. Seguitando a putare, concediamo altri 6 dB per le differenze fra i canali stereo dei dischi, nastri e altri animali. Ma i peggiori delinquenti sono gli altoparlanti, che hanno rendimenti differenti, putiamo ancora, fino a 25 dB. Beh, veramente, dato che i fabbricanti di altoparlanti sono in legittimo stato di fermento convertibile rapidamente in randellate, faccio

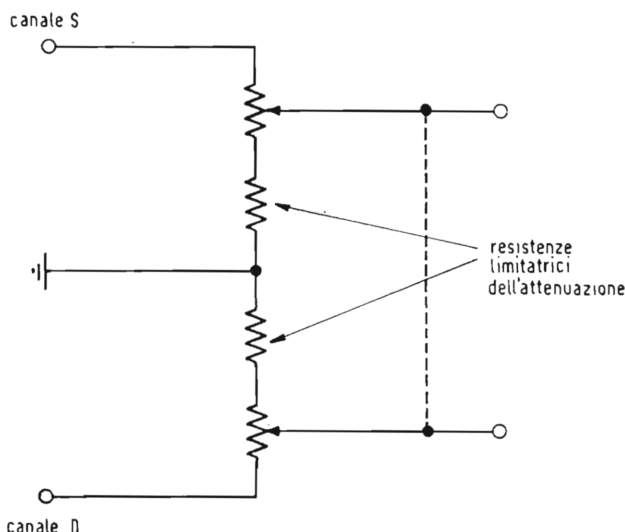


Fig. 69 - Regolatore abbinato di bilanciamento stereo ad attenuazione limitata. Il modesto campo d'azione rende agevole l'uso di questo regolatore.

una diplomatica tergiversatura affermando che i 25 dB tengono globalmente conto di tutte le differenze sopra putate. Tutto questo intrigo di dB ha l'unico scopo di convincere che un buon regolatore di bilanciamento stereo deve avere un campo di azione di almeno 25 dB, tutt'altro che piccolo. Preveniamo il Signor Pancrazio, che bolle e sta per esplodere, poiché lui possiede un impianto stereo ben equilibrato (stessi sistemi di amplificatori e altoparlanti per entrambi i canali) e riconosciamo, che in tal caso, la necessità di un controllo di bilanciamento ad ampio raggio, va scemando, e che basta un campo uguale o minore di 10 dB (non putiamo più perché il troppo putare viene in uggia). Senza contare che c'è un vantaggio ad avere un regolatore a campo ristretto: poiché si estende a pochi dB, esso consente una regolazione più precisa e più agevole. Se qualche zuccone non avesse ancora capito, dirò che la regolazione è più fine, perché ad ogni grado di rotazione corrisponde solo una piccola frazione di dB. Un regolatore di bilanciamento ad ampio campo di azione è più antipatico da aggiustare, proprio perché una modesta rotazione provoca una poderosa variazione del livello fra i due canali. Adesso assesto un duro

colpo al regolatore di 40 dB o giù di lì: se in un sistema stereo si usano amplificatori di sensibilità diversissima e altoparlanti neanche lontanamente parenti (oltre il 4° grado) per i due canali, la compensazione di siffatte differenze non è da affidare al controllo di bilanciamento, ma ad una giustiziera pedata, che scaraventi il tutto oltre gli scamilli di casa. Non fidatevi di chi vi dice di accoppiare l'amplificatore più sensibile con l'altoparlante più afono, ovvero l'amplificatore più infingardo con l'altoparlante più detonante; sono questi ibridismi, che fanno inneggiare alla monofonia. A questo risultato arriva la fig. 70, che pretende si sistemare le cose accoppiando l'altoparlante meno ciarliero con l'amplificatore eruttante maggior potenza per una data ampiezza del segnale d'ingresso.
Se si volesse perdersi su questa via, converrebbe regolare la potenza d'uscita con il controllo di livello indissolubilmente legato, da un fatale destino, ad ogni amplificatore rispettabile o no. Si calmi Signor Epistrofeo, ecco come ci si deve comportare: se l'amplificatore con l'in-

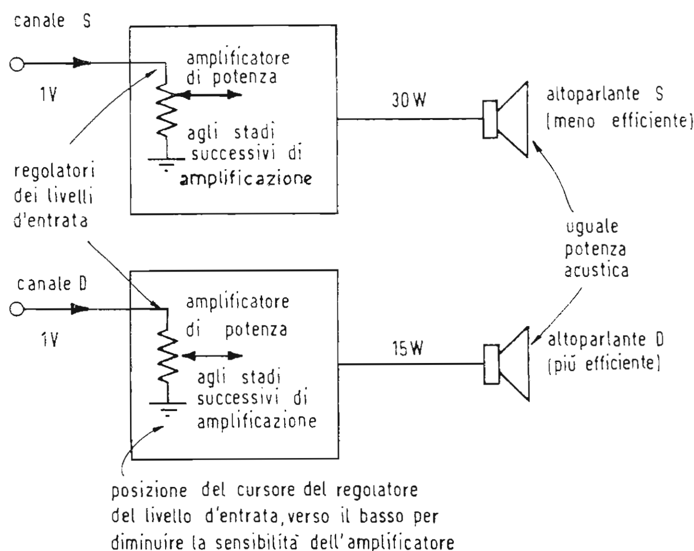


Fig. 70 - Metodo di equilibrare la sensibilità degli amplificatori in modo che a parità di tensione di segnale all'ingresso si abbia uguale potenza acustica uscente dagli altoparlanti adattati.

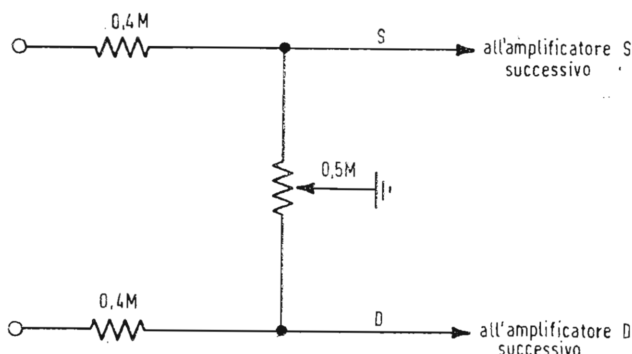


Fig. 71 - Uso di un unico potenziometro per ottenere il bilanciamento dei canali. Questo circuito produce attenuazione infinita.

gresso di 1 V, a massimo volume fornisce, per es., 20 W, lei provi a girare indietro il potenziometro del volume e vedrà come per incanto che la potenza diminuisce a 15, 10, 5... 0 W; chi l'avrebbe immaginato? E' una magia, come il fenomeno della lievitazione, e può essere intesa solo dopo un decennio di pratica della yoga. L'immoralità della fig. 70 arriva al punto di considerare che l'altoparlante sinistro richieda una potenza elettrica doppia di quella richiesta dal meno pretenzioso altoparlante destro, per fornire la stessa potenza acustica; se i due amplificatori sono eguali, bisogna girare il regolatore di livello dell'amplificatore destro fino a quando la potenza di uscita (elettrica) è divenuta metà di quella dell'amplificatore sinistro; allora, schiacciando l'amplificatore destro, il risultato definitivo è che la potenza sonora emessa dai due altoparlanti è quasi la stessa.
Vi esorto, per il vostro bene, a non prepararvi implacabili rimorsi di coscienza agendo in cotal guisa. Non lasciatevi irretire dal genietto malefico, che vi sussurra che se l'insieme amplificatore-altoparlante di un canale è equilibrato con l'analogo insieme dell'altro canale, il regolatore di bilanciamento può essere di modesta portata, dovendo solo compensare le piccole differenze tra i due canali dei programmi stereo, e che in tal caso è sufficiente un bilanciamento di 10 dB; si tratta sempre di una forza infernale, che getta il ponte tra voi e la dannazione. Se siete atei miscredenti convinti, potete anche adottare il circuito di fig. 71, sempre che siano verificate le dannate ipotesi dello gnomo burlone, dove la regolazione del bilanciamento può essere fatta su uno dei due lati rispetto alla posizione centrale, ma se si è costretti ad av-

vicinarsi ad un estremo o all'altro del potenziometro per compensare grosse differenze fra gli amplificatori o gli altoparlanti, la riserva per il bilanciamento d'altre ineguaglianze può non essere sufficiente. Infine se la posizione buona è vicina al centro, è più facile ritornare a questo punto che ad ogni altra posizione del cursore del potenziometro.
C'è problema (espressione venuta in auge ai nostri giorni) per ottenere il bilanciamento per il fatto che l'amplificatore è generalmente dislocato di diversi km (forse ho leggermente esagerato; diciamo: dislocato di qualche mm. Come, non va bene ancora? Allora fate come meglio vi pare, sta di fatto che è dislocato) dal seggio dell'ascoltatore. E chi se ne... sì, cari bisogna confricarsene, ed ecco perché: l'ascoltatore per regolare il bilanciamento stereo deve appropinquarsi all'amplificatore; qui esegue l'operazione manovrando il potenziometro sopra menzionato, supponiamo per assurdo che sia stato capace di effettuarla correttamente, vale a dire che lì dove sta regolando, l'intensità sonora dei due canali, è praticamente uguale. Con l'animo sereno di chi ha coscienza di aver compiuto una difficile benefica missione, si asside e si ripromette di godersi le delizie del suo impianto stereo perfettamente equilibrato. Che ti trova invece?
Trova che un canale schiaccia sotto i piedi, come un qualsiasi arcangelo Gabriele farebbe con un comune demonio, l'altro canale, e che di bilanciamento non mette luogo nemmeno a parlarne. Allora l'ascol-

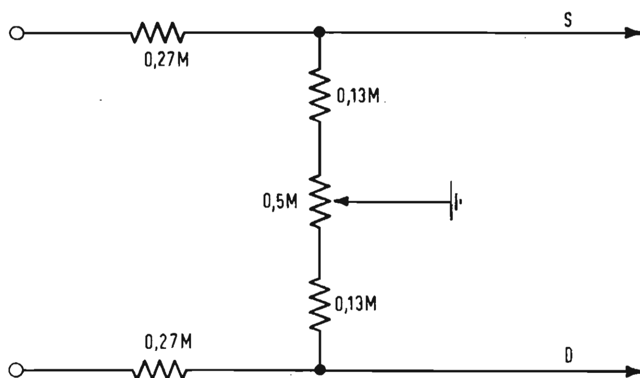


Fig. 72 - Schema con regolatore unico di bilanciamento con attenuazione di circa 10 dB.

tatore ritorna precipitosamente all'amplificatore, bestemmiando la suocera tanto maligna da stararGli l'equilibratura per telecomando satanico, trova che il suono è esattamente bilanciato, si riprecipita sulla poltrona, trova che tutto è pazzescamente squilibrato. Dopo duemila percorsi inversi, cade bocconi (carponi, se è molto panciuto). Data la falcidia sempre crescente di ascoltatori, un deus ex machina fece la sesquipedale pensata di estrarre dall'amplificatore il regolatore di equilibrio stereo e di connetterlo all'unità (attenzione compagni rossi a non interpretare erroneamente come spesso vi accade ciò che riguarda la unità) con l'intermediario di un chilometrico cavetto, che non solo permette di regolare il bilanciamento dalla poltrona, ma rappresenta una geniale trappola malese per fare inciampare la suocera e liberarsi della sua presenza spedendola all'ospedale ortopedico.
Chi ha capitali da sperperare può adottare gli schemi delle figg. 68 e 69; chi va a piedi per risparmiare il « documento di viaggio » dell'A.T.M., fa meglio a usare un unico potenziometro come in fig. 71: se il cursore arriva all'estremo alto, il canale sinistro ammutolisce; se il cursore raggiunge l'estremo basso, è la volta del canale destro ad ammutolire, mentre il sinistro urla con tutto il fiato dei suoi tre gozzi. Anche il signor Grignolini capisce che nelle posizioni intermedie del cursore sarà possibile trovare quell'equilibrio agognato, che è pietoso refrigerio all'ardore delle pene.

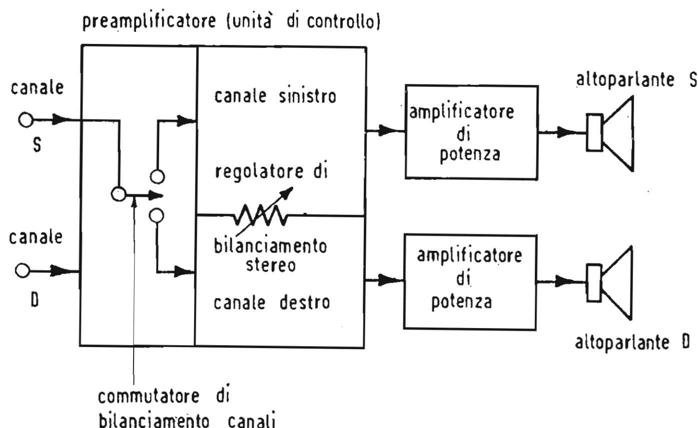


Fig. 73 - In certi preamplificatori di controllo stereo è compreso un commutatore di equilibratura dei canali, che permette di passare un segnale da un canale all'altro per la regolazione a orecchio del bilanciamento stereo.

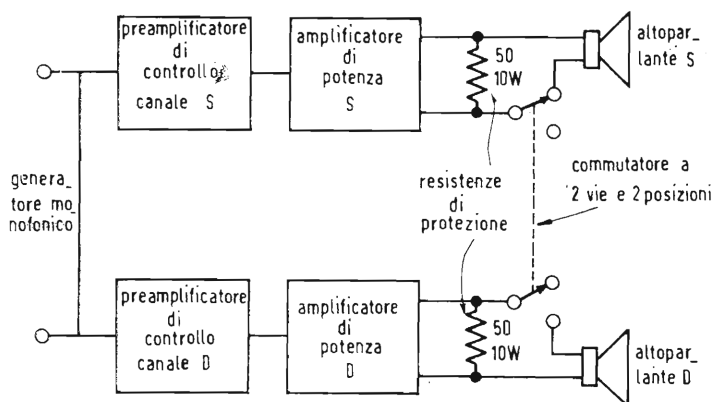


Fig. 74 - Se il preamplificatore di controllo non contiene il commutatore di fig. 73, si può costituire questo semplice dispositivo mediante due resistenze di protezione e un commutatore a due vie e a due posizioni.

Se non avete la naturale attitudine a killereggiare, metterete due resistenze in serie al potenziometro, come in fig. 72, così nessuno dei due canali sarà condannato a morte, ma verrà assoggettato ad una leggera decapitazione; con questo trucco, la differenza massima tra i due canali è di 10 dB circa.
Colui che ha escogitato il dispositivo di fig. 73 ne sapeva certamente una più del diavolo. Si ottiene così il bilanciamento applicando un segnale d'entrata (per es. il sinistro, visto che il mondo va a sinistra) alternativamente all'uno e all'altro canale e agendo sul regolatore di bilanciamento finché i due altoparlanti (o sistemi di altoparlanti) producono a stima la stessa entità di suono.
Per i contestatori dei dispositivi di equilibrio stereo, proponiamo di abolirli e di ottenere ugualmente il bilanciamento con un mezzo alla uovo di Colombo, come suggerisce la fig. 74: un commutatore a due vie e due posizioni connette l'altoparlante sinistro (nell'emisfero boreale, tutti i gorghi girano a sinistra) mentre stacca quello destro, poi alternativamente connette l'altoparlante destro, mentre stacca quello sinistro (siamo evidentemente caduti nell'emisfero dell'Antartide). Quel tale, che avendo ripetuto 10^6 volte consecutive questo giochetto, ha raggiunto il risultato di distruggere i trasformatori di uscita degli am-

plificatori di potenza quando restavano senza carico in seguito alla brillantissima manovra suddetta, ebbe l'arci-super-extra-ordinaria idea di disporre due resistenze (50 Ω; 10 W) in parallelo alle uscite degli amplificatori; in tal modo, anche quando il commutatore stacca il carico (altoparlante) gli amplificatori sono ugualmente caricati di quel tanto che ne assicura l'esistenza.
In fig. 74, per il bilanciamento, si usa un segnale di un generatore monofonico (bella umiliazione per un sistema stereo!), e lo si applica ai due canali. Se il sindacato dei sistemi stereo protesta decretando sciopero nazionale, la competente confindustria può sostituire il segnale monofonico con il segnale sinistro o destro (senza riferimenti a M.S.I.) di un sistema stereo: se non è zuppa è pan bagnato, ma la faccia è salva. La cosa è fattibilissima, poiché tutti gli amplificatori di controllo permettono (bontà loro) di applicare un segnale monofonico ad entrambi i canali del sistema stereo.
Hic iacet il tenace uditore, che volle resistere fino alla fine di questa chiacchierata. Requiescat in pace, amen.
Tra la massa amorfa e statica dei discepoli, qualcosa si muove, è il signor Grignolini, che dando superba prova di vitalità riesce ad articolare stentatamente la seguente domanda.

GRIGNOLINI - Mi rivolgo alla proverbiale squisitezza della sua cortesia, col massimo rispetto e con tutta la deferenza che si deve ai colossini della scienza, per chiedere: in un preamplificatore stereo, dove vado a pescare i punti S e D, che lei ripete senza soluzione di continuità e indicati nelle figg. 74, 75, 76, 77, 78 e 79?

DOCENTE - Abituato agli sberleffi e alle punizioni corporali, le sue paroline mi s'infilano nell'esofago e pizzicano i precordi. Con vera gioia rispondo alla sua petizione. S e D rappresentano i punti dei canali sinistro e destro dai quali è facile prelevare i rispettivi segnali. Non sono quindi punti fissi e si determinano analizzando lo schema del preamplificatore che si possiede. Generalmente, il regolatore di bilanciamento stereo si dispone dopo il 1° o 2° stadio di entrata. Abbia la compiacenza di osservare la fig. 75. I regolatori di bilanciamento stereo sono rappresentati dal doppio potenziometro 2 x 10 kΩ con i cursori a massa. Il circuito è simmetrico e completato dalle resistenze e capacità visibili in figura. Il punto S è al nodo del condensatore 2 μF e della resistenza 10 kΩ nel canale sinistro. Analogamente, il punto D è disposto nel canale destro. Come si vede, il regolatore di bilanciamento è disposto tra il 1° e il 2° stadio (T1 e T3 nel canale sinistro; T2 e T4 nel canale destro). I transistori T1, T2, T3 e T4 sono del tipo AC 151r. I potenziometri da 0,1 MΩ con le prese sono i regolatori fisio-

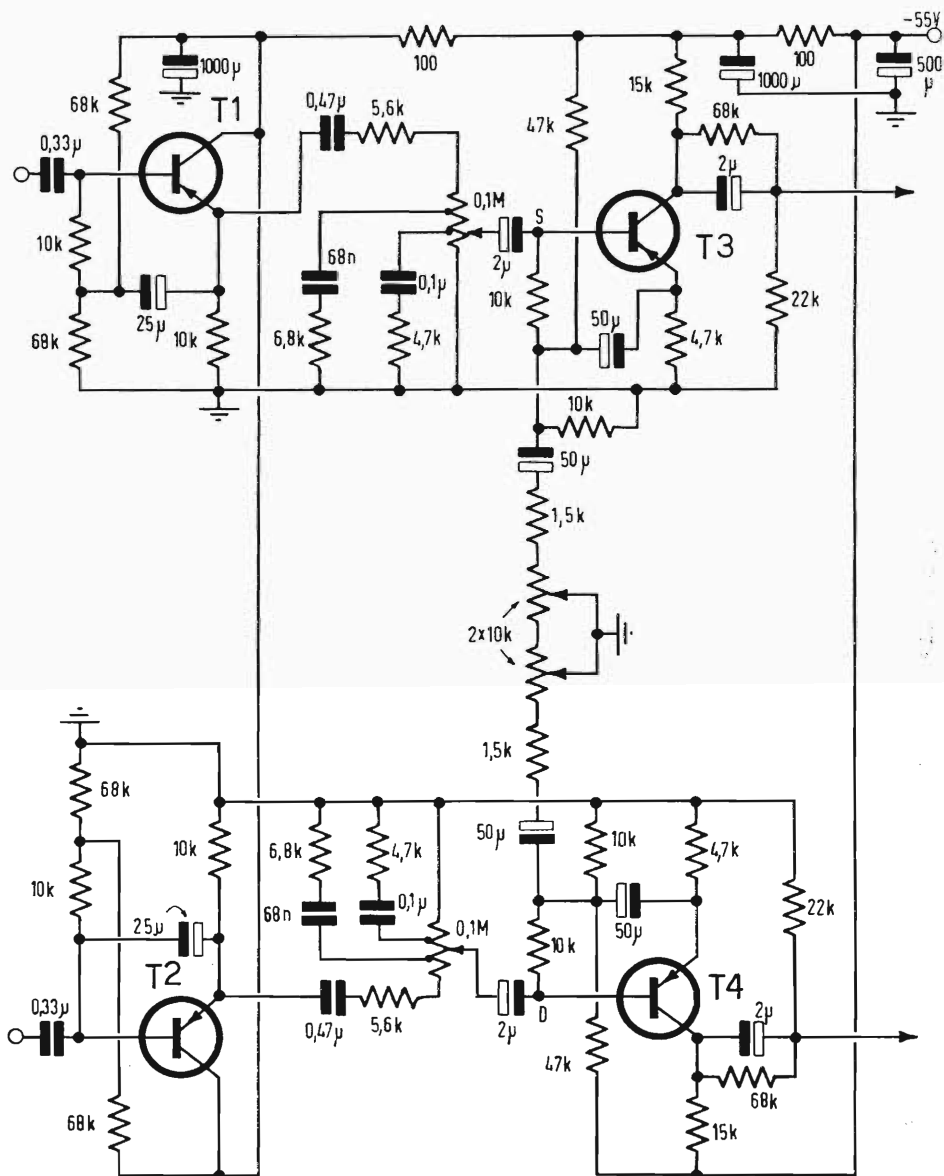


Fig. 75 - Particolare del circuito del bilanciamento stereo nell'amplificatore stereo SV50 Grundig.

logici di volume. Nella prossima lezione vi parlerò dei regolatori fisiologici.
Coro dei discepoli discenti:
« *Incredibile ma vero, parla bene il professore,*
ho imparato qualche cosa, è il trionfo dell'amore! »

L'idilliaco epilogo della lezione ottava ha intenerito gli animi degli ovini allievi, che, in numero uguale a $n/2^8 = n/256$ (dove n ha il solito significato di numero dei discepoli presenti alla 1ª lezione) accolgono con torture di solo 4° grado il professore, il quale, così incoraggiato, sforna la

LEZIONE IX

ALTRI ORGANI DI REGOLAZIONE DELL'AMPLIFICATORE STEREO

Non senza aversi sciroppato il coretto d'obbligo degli uditori discenti:
« La dottrina ch'è promessa delle magiche lezioni,
or ci avvince, ci soggioga e ci rende tutti buoni ».

1. Premessa

DOCENTE - Esorto gli attoniti miei ascoltatori a tener saldi il core e le ginocchia e a non smarrirsi per quanto sto per esporre: udrete nomi stranissimi come « manopola, regolatore di volume, controllo di tono ecc. » che fanno pensare. Come può la mente umana arrivare a sì ardite concezioni?
Pare inconcepibile, eppure ha concepito.

2. Il regolatore principale del guadagno

DOCENTE - Cominciamo con il regolatore principale di guadagno (o di volume). Quando l'audiopatito ha regolato scrupolosamente il bilanciamento fra i due canali stereo, crede di essere a posto, invece è pro-

prio da quell'istante ch'egli deve dimostrare la sua nobiltade: infatti egli deve essere così abile da variare comunque il livello sonoro, senza distruggere il bilanciamento. Pressappoco come un funambolo che al centro della corda deve esibirsi in spettacolose contorsioni, senza naturalmente precipitare, e credete (parola di saltimbanco) che ciò è tutt'altro che facile. Il trucchetto molto efficace al quale si ricorre negli amplificatori stereo è di munirli di un doppio regolatore di volume come indica la fig. 76. Questo è costituito da due potenziometri uguali (uno per ciascun canale, così i canali non litigano) spiedati su di un unico schidone (insomma, montati sullo stesso alberino). Qualcosa di simile abbiamo già considerato con i regolatori di bilanciamento di fig. 68, ma la similitudine è proditoria, perché per i potenziometri dei volumi, i livelli dei due canali variano nello stesso senso

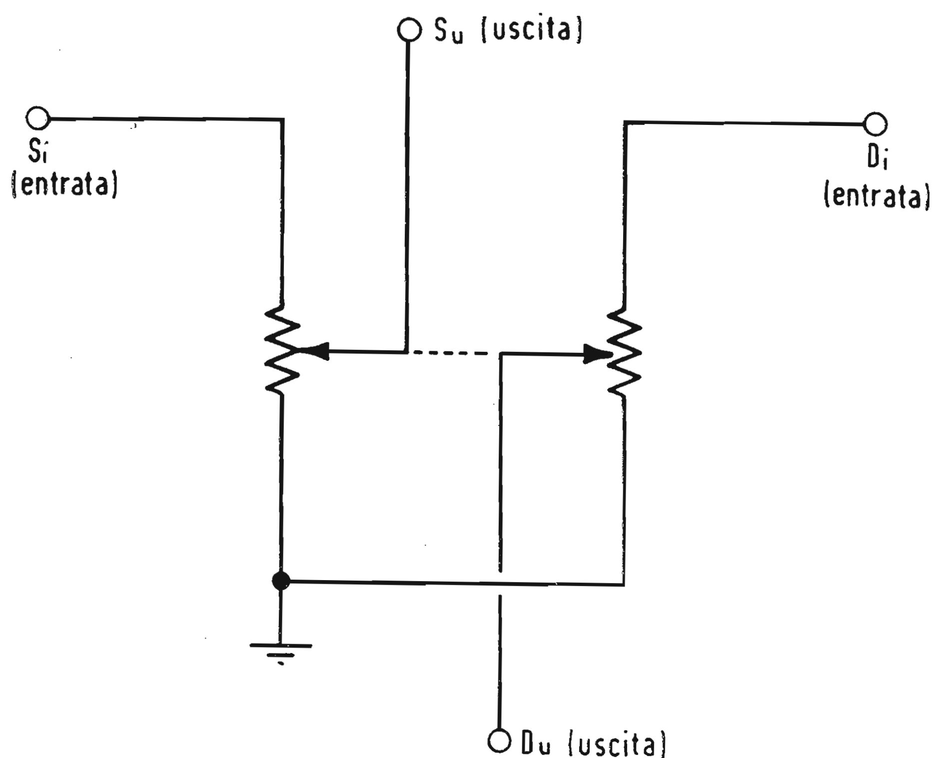


Fig. 76 - Doppio regolatore di volume per amplificatori stereo.

(per i duri di cervice diciamo che i livelli aumentano o diminuiscono entrambi), mentre per i regolatori di bilanciamento i livelli variano in senso opposto, cioè fanno tutto il contrario e due cose contrarie non si può dire che siano uguali (che logica!).
La natura matrigna ha generato anche amplificatori stereo in disagiate condizioni economiche, al punto che essi non possono acquistarsi il controllo di bilanciamento; rimediano alla meno peggio con due re-

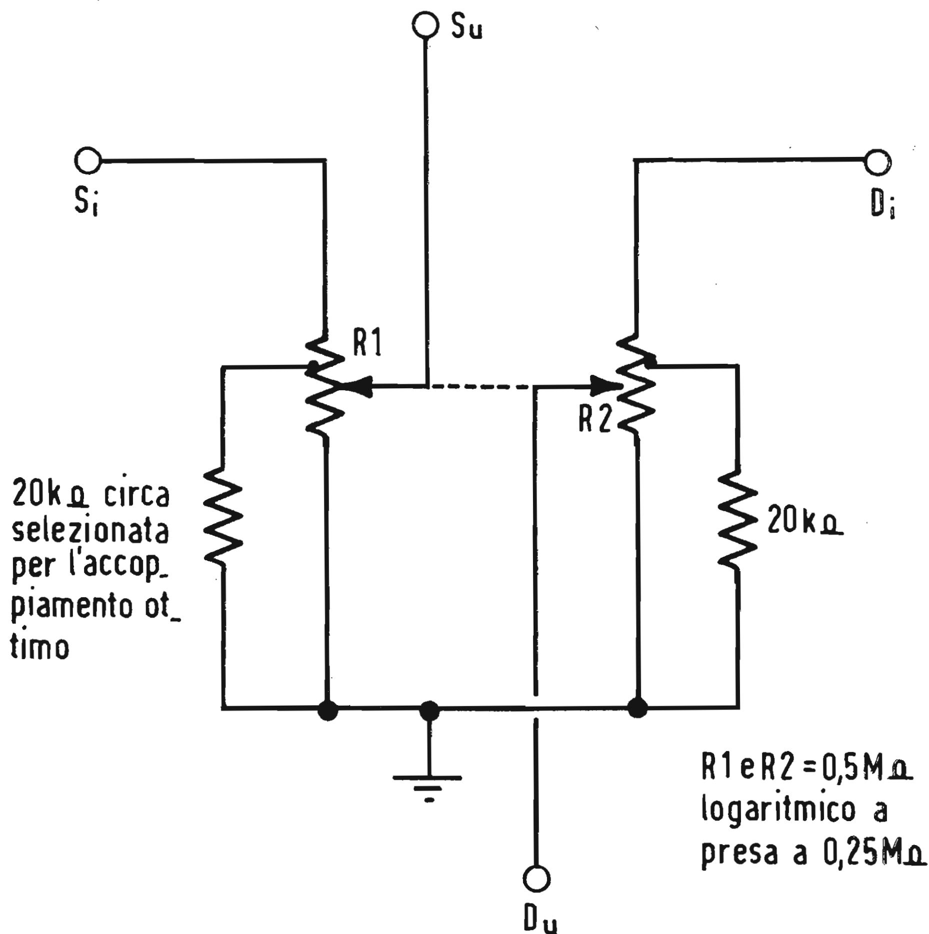


Fig. 77 - Regolatori di volume stereo provvisti di prese.

golatori di volume separati riuscendo così a compensare gli squilibri sonori tra i due canali e a variare il volume (due piccioni con un favo maligno). In questo caso si tende a fare coassiali i due potenziometri. Ciò vuol dire che l'albero esterno è forato (cioè è un tubo), attraverso il foro passa l'albero interno e i due alberi girano indipendentemente l'uno dall'altro: la manopola che muove l'albero esterno è foggiata a « corona », mentre quella che muove l'albero interno è a « bottone ». Ci rendiamo conto che il labirinto della terminologia altamente specialistica può provocare una preoccupante labirintite.

Essendo corona e bottone coassiali, dopo un semestre di esercizi spirituali, si riesce a muoverli insieme di angoli uguali, come se fossero rigidamente connessi, ma se si manifesta alcuno sbilanciamento, si può agire su un solo albero e rimettere le cose a posto.

L'incontentabilità umana è indice di ricerca della perfezione, in fatto di regolatori di volume stereo, il non plus ultra sembra rappresentato da quel tandem di potenziometri coassiali in cui questi rimangono solidali tra loro spingendo leggermente in dentro l'albero interno, mentre tirandolo un poco avanti, i due potenziometri si sbloccano e possono essere ruotati indipendentemente. Simili regolatori allineati assialmente costituiscono una coppia concentrica in « push-pull », che possiamo tradurre « tira-molla » (vi ricordate di una certa catena, in uso prima dell'avvento dei flussometri?) L'imperativo è di non modificare in nessun caso il bilanciamento stabilito, qualunque sia il volume desiderato. Bisogna avere il coraggio di guardare in faccia la realtà: in pratica quando si varia il volume, varia leggermente anche il bilanciamento. Il fattaccio è classificato come « errore di trascinamento », avremo dovuto dire « errore di tracking » ma chi l'avrebbe capito? I tecnici audio hanno preso alla volpe la sua caratteristica peculiare, così vengono fuori a dire che un minimo di errore di trascinamento giova all'effetto stereo, purché non superi 1 dB. Ci vuole una bella impudenza! La vergognosa affermazione, inventata per mascherare una grave incapacità, sta a significare che lo sbilanciamento non è nocivo se ruotando il regolatore di volumi, supposto un perfetto equilibrio fra i canali all'inizio, la differenza fra il livello dei due canali non supera 1 dB in tutte le posizioni del regolatore di volume. Già che ci siamo, confessiamo tutto: quando si usano potenziometri montati sullo stesso albero, l'errore di trascinamento può arrivare a 5 dB e oltre! Sono stato cattivo, non avrei dovuto darvi una simile tragica notizia così a bruciapelo; attendo gli effetti letali. Ecco, l'infarto ha troncato l'esuberante vita del signor Matusalemme, prima che avessi il tempo di dire che i fabbricanti di amplificatori stereo hanno esco-

gitato subdoli mezzi per correggere gli errori di trascinamento.
Un metodo è quello di usare potenziometri appositamente fabbricati con tolleranze sulla resistenza estremamente strette: la difficoltà di questo metodo è che se ne richiedete ai fabbricanti un quantitativo minore di 10.000, invece dei potenziometri, ricevete 10.000 calcioni nelle parti rotonde. Conviene ripiegare sui potenziometri di normale produzione con le tolleranze usuali (± 20%); bisogna procurarsene un congruo quantitativo, farne la cernita e sceglierne due di caratte-

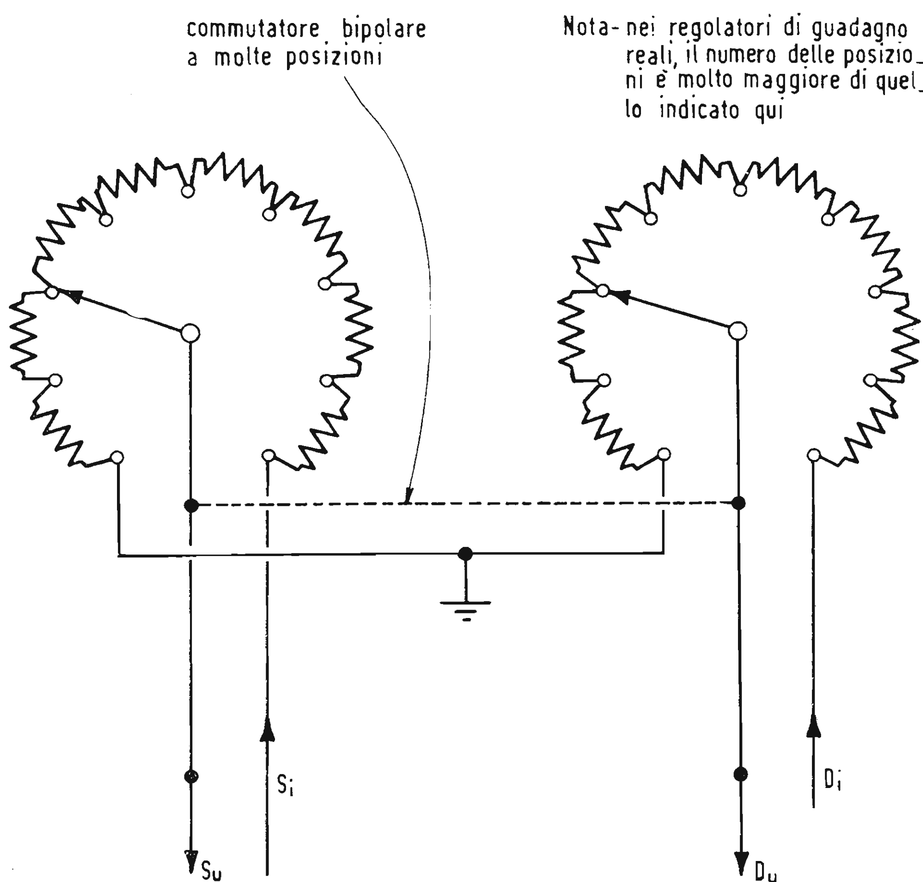


Fig. 78 - Costituzione reale dei regolatori stereo di volume a scatti.

ristiche uguali, la difficoltà di questo metodo è che ci si imbatte nello sesso problema di trovare due individui aventi le stesse impronte digitali e chi si intende di criminologia sa che la probabilità è di 1 su 2 miliardi. Ma l'inventiva umana pare non avere limiti: è stato inventato il regolatore a prese come mostrano la fig. 77 che ne illustra la scaturigine e la fig. 78, che ne rappresenta lo sviluppo a piena maturità. Così i due regolatori vengono portati in coincidenza ohmica in molti punti. In figura 77, le resistenze fra il cursore e la massa sono scelte in modo che ciascun potenziometro presenta la stessa attenuazione a 1 o più punti intermedi dell'escursione del contatto mobile; così l'entità di errore di trascinamento possibile fra le posizioni esterne dei cursori perde in polisarcia (cioè diminuisce la pancia). Indubbiamente, il regolatore principale di volume « tutto prese » di fig. 78 pone un'ipoteca alla superbia.
Esso consiste in una sequenza di resistenze in serie, i cui estremi e le prese intermedie fanno capo ai contatti fissi di un commutatore a molte posizioni. Il cursore del commutatore scimmiotta il cursore di un potenziometro, salvo che si muove a scatti. I valori delle resistenze sono scelti in modo che ad ogni scatto, la variazione di volume abbia un valore prefissato, di solito 2 o 3 dB. Non si dimentichi mai che usando potenziometri di precisione (1° metodo) o potenziometri adattati, l'errore di trascinamento può essere ridotto all'1% e anche meno. Vogliamo fare le pulci al regolatore prese? Ne scopriremo di belle! Anzitutto è molto più costoso di un comune regolatore variabile con continuità; poi, non può fornire una regolazione su tutto il campo del volume sonoro; mentre il potenziometro produce attenuazione dal massimo a zero in modo continuo; il regolatore a scatti, in seguito al limitato numero di prese, ha un campo di attenuazione pure limitato: tra circa 45 e 50 dB; lui si difende affermando che nella maggior parte dei casi, tale campo è sufficiente; non credetegli troppo!

Dubbio quasi amletico: dove collocare il regolatore di volume?

Regolare prima o regolare dopo? Questo è il problema. E' più generoso per il tecnico preregolare con scarsa fortuna, o impugnare le manopole contro un mare di watt e affrontarli, domarli, regolarli? Qui la mancanza di un bel teschio da palleggiare con leggiadria m'impedisce di procedere nel rifare il verso al prence danese cantato da Guglielmo; quello che è certo è che tra il « dormire, morire... », il primo è impossibile per lo strepito degli altoparlanti, e il secondo è sempre a disposizione, quindi non c'è fretta. I regolatori di volume stanno bene nei primi stadi del preamplificatore; ma dico, la fig. 67 che ce

l'ho messa a fare, se non la guardate? In tale posizione, il regolatore attenua il segnale prima che la distorsione si installi in nessuno stadio. Come norma generale, conviene disporre nei primi stadi anche il regolatore di bilanciamento, in modo che fraternizzi con quello del volume, anziché dislocarlo in stadi lontani. Un esempio eloquente è mostrato in fig. 79 dove i due comandi hanno il mezzo di conoscersi e amarsi.
Poiché l'eccessiva confidenza fa perdere la riverenza, alcuni astuti progettisti frappongono prudentemente uno stadio fra il regolatore di volume in tandem per i due canali e il regolatore di bilanciamento astutamente sdoppiato in modo da averne un pezzetto indipendente per ogni singolo canale. E' chiaro che se P3 e P4 in fig. 80 sono regolati a un basso livello, bisogna aumentare il segnale all'ingresso, portando verso l'alto i cursori di P1 e P2; questi ultimi potenziometri,

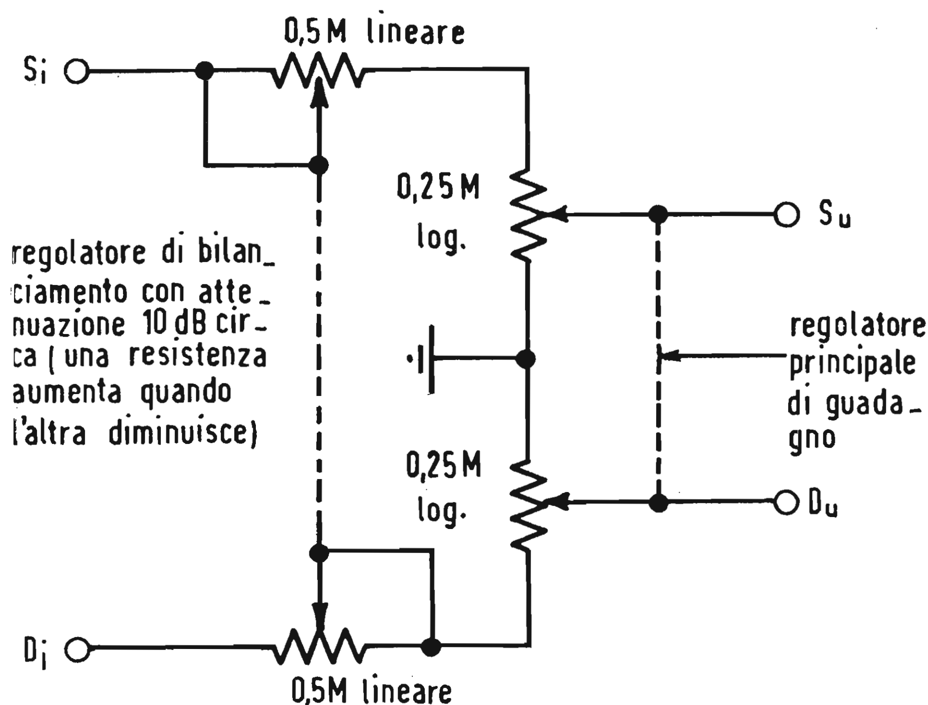


Fig. 79 - Regolatore di bilanciamento stereo combinati coi regolatori principali di guadagno stereo.

non volendo riconoscere la subordinazione a P3 e P4, hanno provocato una vertenza sindacale, che si trascina indefinitamente. Frattanto, P1 e P2 si vendicano saturando lo stadio che li separa da P3 e P4, dando luogo a bellissime distorsioni con la partecipazione straordinaria di tutte le armoniche; il ministro dell'alta fedeltà convoca le parti e propone di ottenere il bilanciamento mantenendo P3 e P4 verso il massimo, quindi di regolare il volume con P1 e P2 in posizione tale da ottenere il livello desiderato senza sovraccaricare lo stadio intermedio. La mediazione ministeriale è destinata a naufragare con quei regola-

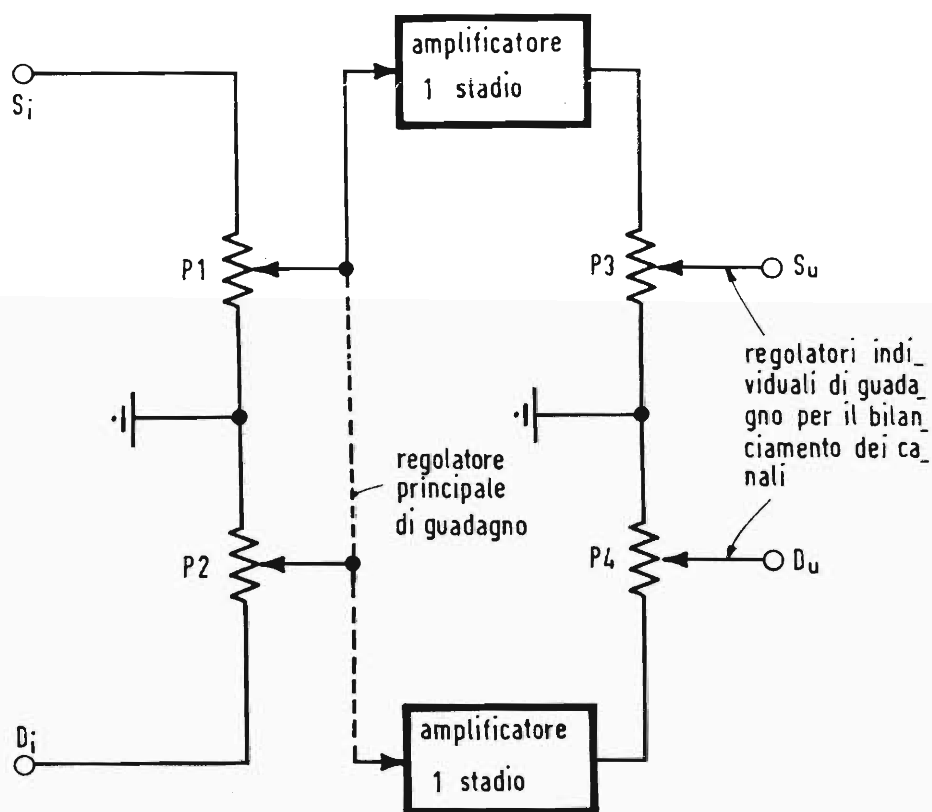


Fig. 80 - Regolatori di volume e di bilanciamento stereo con amplificatori separatori.

tori principali di volume (P1, P2) che effettuano la compensazione fisiologica del livello sonoro.

Ricordiamo per i cucurbitacei che ai bassi livelli si deve esaltare l'intensità delle basse frequenze per compensare la scarsa sensibilità dell'orecchio in questa gamma. Orbene, se P3 e P4 sono spinti verso l'estremo alto, P1 e P2 devono essere regolati così in basso da interessare le sezioni sprovviste di prese con filtri R, C provocando una esaltazione dei bassi anche con segnali di uscita forti, cioè quando non si richiede compensazione. Avete domande da fare? La parola al signor Ramsete che ha alzato la mano.

RAMSETE - Io non ho capito niente.

PROFESSORE - Eh già, con quella faccia! Cerco di spiegarmi. Quando P1 e P2 sono regolati verso il basso, producono esaltazione delle basse frequenze. Se P3 e P4 sono regolati verso l'alto, P1 e P2 devono essere riportati in giù, quindi si produce compensazione con errata sopraelevazione dei bassi anche se il livello sonoro è prossimo alla massima potenza, mentre tale esaltazione dovrebbe prodursi solo nei « pianissimi ». P3 e P4, in confidenza, regolano anch'essi il volume mandando su tutte le furie P1 e P2...

RAMSETE - Ah! Questo non ce l'aveva detto prima! *Vadi* a studiare pedagogia, poi *venghi* a insegnare!

DOCENTE - Mi ha preso in castagna. P3 e P4, dicevo, devono perciò essere disposti fra la metà e i tre quarti della loro escursione, cosicché P1 e P2 lavorino in posizione non troppo arretrata.

RAMSETE - Piantiamola lì, ma è evidente il tentativo di infinocchiarmi; infatti, immenso Fta, se il segnale è debole bisogna aumentare il volume e portare P1 e P2 in alto escludendo la compensazione dei bassi. Se il segnale è forte, bisogna arretrare P1 e P2 per diminuire il volume, producendo la compensazione. Questa, ergo, avviene con i « fortissimi » e non con i « pianissimi » cioè tutto al contrario di quello che ci ha infinocchiato. *Dichi* la verità, non ci capisce niente manco lei!

DOCENTE - Oh sant'otto-ossi-uno-ammino-tre-sei-disolfonicatoditetrametilparadiamidodifenilmetano! Ancora un po' che andiamo avanti, dovrò darle ragione. Ricominciamo da capo. Quando si parla di segnale forte o debole si intende il segnale all'uscita in altoparlante. Il livello di uscita è regoabile a volontà con il regolatore di volume. Supponiamo che all'ingresso del preamplificatore sia applicato un segnale di intensità media, diciamo 0,25 V. Se si regola il volume a zero, l'uscita sarà zero (altoparlanti muti); se si dispone il volume al massimo, l'uscita sarà la massima consentita dall'amplificatore. Se con 0,25 V d'ingresso si ottiene la potenza di uscita per es. di 20 Watt, questa intensità può

essere eccessiva per un'audizione non selvaggia (ossia domestica); bisogna ridurre il volume e ottenere per esempio 3 Watt, ai quali corrisponde una diminuita sensibilità dell'orecchio alle basse frequenze, ma il cursore del regolatore di volume è posizionato in giù nella zona delle prese per la compensazione, che ha luogo appunto per i bassi livelli di ascolto. Se invece, si desidera la potenza di uscita intorno ai 20 Watt, si porta il cursore del potenziometro del volume in prossimità dell'estremo alto, molto lontano dalla zona di compensazione, cosicché detta compensazione fisiologica non può aver luogo con i « forti e fortissimi ».

RAMSETE - Questo è un raggiro di marca tipicamente fascista e non finisce di persuadermi. Se, nume plantageneto, il segnale di ingresso è 0,01 V per esempio, cioè molto debole, per sentire qualche cosa devo aumentare il volume verso il massimo escludendo la compensazione ai bassi livelli; se poi il segnale aumenta e diviene 0,5 V, per non assordare, devo diminuire il volume, provocando la compensazione, che, Giove eteroclita, avviene ai forti livelli.

DOCENTE - Nitro, catrame e bitume! La vuol capire che il livello del segnale è quello di uscita, che colpisce l'orecchio e non quello di entrata? Ciò che interessa l'ascoltatore è la sberla sonora, che ferisce le sue membrane timpanee e non ciò che distilla un microfono o simili sozzerie.

Signor Ramsete, è invitato ad ammutolire d'urgenza. Altre domande?...

Dica signor Adeodato che ha alzato la mano.

ADEODATO - Io veramente ho alzato solo l'indice e il medio leggermente divaricati.

DOCENTE - Bene, s'accomodi pure, le auguro di non trovarlo « occupato »....

RAMSETE - Non creda di avermi « condito via ». E' probabile che io mi dia la morte, ma prima di morire (perché dopo mi sarebbe più difficile) voglio gridare tutto il mio disprezzo per la compensazione fisiologica che non solo non è utile, ma è assai dannosa, tant'è vero (e questo me lo ha detto il netturbino pilota che in fatto di alta fedeltà non ha rivali, mentre ne ha molti in un altro campo) che molti amplificatori sono provvisti di un commutatore per escludere la equalizzazione fisiologica della sensazione auditiva, vera e propria scassatura dei ben noti...

DOCENTE - La veemenza del suo discorso denuncia che lei è una vittima del menzionato breakdown. Ma signori, vi prego, bando alle contestazioni e « tirem innanz ».

3. I regolatori di tono

DOCENTE - Che dire dei regolatori di tono? Un argomento provocante serie grattature di pera è quello di fare azionabili uniti rigidamente i regolatori dei bassi e quelli degli acuti dei due canali, come se fossero regolatori principali di volume. Riunendoli insieme, si ottiene una semplificazione della manovra e dell'aspetto estetico. Ma in questo caso, chi mi dà la flessibilità dei controlli di tono separati per ciascun canale? Come risolvere, senza la separazione, i problemi previsti e imprevisti che la malvagia stereofonia si compiace di eruttare a getto continuo? Se voi stereofili...

ASSURBANIPAL - Guardi come parla sa, perché a me dello stereofilo non l'ha mai dato nessuno! Ritiri la parolaccia o le faccio querela per diffamazione.

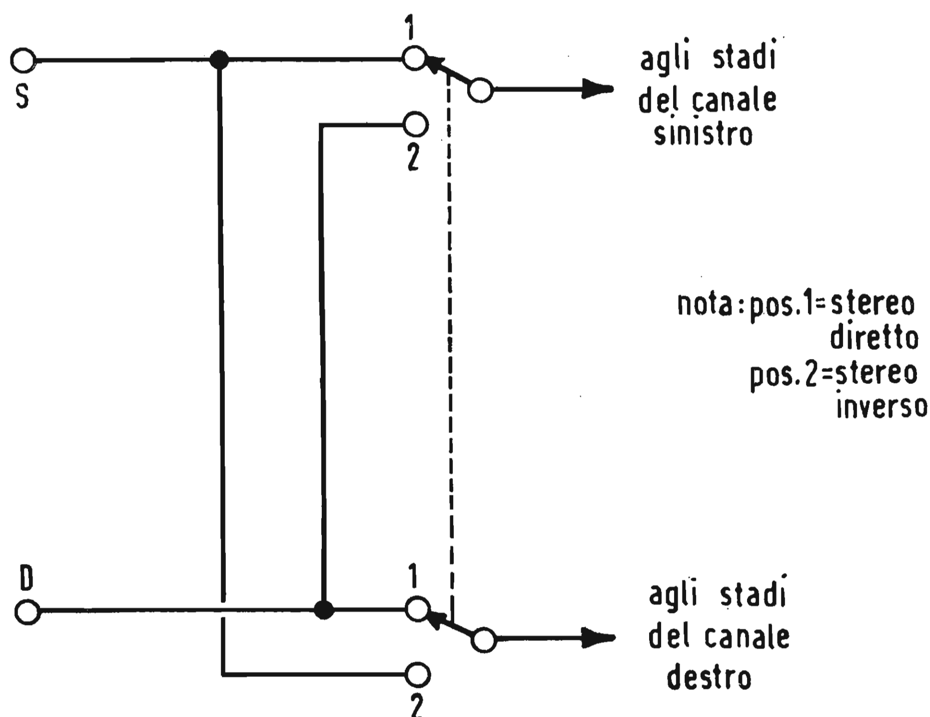


Fig. 81 - Commutatore di inversione stereo.

DOCENTE - Non volevo offenderla, stereofilo significa amante dello stereo.
ASSURBANIPAL - Adesso insinua che ho un amante; per carità non lo dica a mia moglie e io non divulgherò alla sua, certe scappatelle extraconiugali...
DOCENTE - Come lei sa?
ASSURBANIPAL - So questo ed altro sul suo conto *(sussurra al vicino): Non so proprio niente ma vado a colpo sicuro, perché qualche marachella da nascondere ce l'hanno tutti.* Continui pure signor professore, ma misuri bene i termini.
DOCENTE - Se voi, che vi dedicate alla stereofonia, siete provvisti di sistemi diversi di altoparlante per i due canali, potete di leggieri aver d'uopo di avere differenti entità di bassi e di acuti per compensare le differenze e ottenere l'equilibrio musicale ottimo. Non sufficit. Anche se i complessi di altoparlanti sono uguali, la loro disposizione e la loro orientazione nell'ambiente possono richiedere un alquanto diversa compensazione tonale. Etiam non sufficit! Anche se la disposizione e l'orientazione sono perfettamente equilibrate, una lieve differenza tra i segnali alle entrate degli amplificatori richiede parimenti una diversa quantità di acuti e di bassi nei due canali. Nella dannata ipotesi di ricezione di un programma stereo trasmesso in MF-MA (per i laureandi: modulazione di frequenza - modulazione di ampiezza), l'utente scaltrito è indotto ad esaltare gli acuti solo in MA, essendo ben nota la mortificante carenza di alte frequenze appo la diseredata MA. Per non dire (impudente figura di preterizione, perché invece lo dico) delle differenti caratteristiche tonali da canale a canale di un nastro stereo o di un fallace disco stereo. Posso annunciare la drammatica conclusione di una sì palpitante e scottante aleternativa? Siete disposti a ricevere un fiero colpo, che squasserà i vostri gran simpatici? Si? Allora: nell'attuale tecnica della stereofonia, la tendenza è di far separati i regolatori di tono dei due canali. L'avete voluto voi! Adesso signor Assurbanipal, non mi venga a dire che le ho sfasciato il gran simpatico.
ASSURBANIPAL - Che zigote! Oh piccolo antipatico! Non vede che sto come torre che non crolla mai la cima per soffiar dei venti e che della sua atroce conclusione me ne faccio un baffo quadrofonico?

4. La regolazione fisiologica del volume

DOCENTE - Allora passiamo al già contestato argomento della regolazione fisiologica dell'intensità sonora. Speriamo che il figlio dei fa-

raoni non m'interrompa con le sue intemperanze, ma dov'è?

CORO - E' andato a suicidarsi.

DOCENTE - Allora siamo tranquilli. Nel mio dire, ho rifuggito in grado quasi sommo dall'usare termini anglosassoni, ma qui non posso farne a meno. Vi debbo presentare la signora « Loudness », che sta a significare « sonorità » « livello di suono », « rottura di scatole audio » e via discorrendo. In italiano l'equivalente di Loudness è « sensazione auditiva » con tutti i suoi loschi accessori di regolazione fisiologica, compensazione della disuniforme sensibilità dell'orecchio alle frequenze, in funzione dell'intensità sonora. Nei preamplificatori monofonici, il rimedio classico per la compensazione della sensazione auditiva è stato l'adozione di un apposito potenziometro, detto, fin dall'era dei brontosauri, « Loudness control », che provoca una forte esaltazione dei bassi ed una modesta esaltazione degli acuti al diminuire del volume sonoro. Scopo del regolatore di volume è la regolazione del medesimo, in modo che in corrispondenza della posizione di massimo del controllo di Loudness il livello sonoro corrisponda approssimativamente a quello del suono originale. Se poi, l'altafedeltofilo (non è un insulto) vuole sentire suoni più deboli, varia il volume sfruttando il regolatore di Loudness, che ha l'abilità di esaltare molto i bassi e poco gli acuti per compensare la scarsa sensibilità dell'orecchio in queste gamme rispetto alle note centrali, con il ridotto volume sonoro.
L'amplificatore stereo è un animale assai complesso per sua natura; i fabbricanti non se la sono sentita di affibbiargli altri due regolatori di sonorità separati da quelli di volume. Allora quale diavoleria hanno escogitato per salvare capra e cavoli? Hanno introdotto un commutatore, che con un abilissimo gioco di prestigio trasforma un regolatore di volume in un regolatore di Loudness. Nella posizione di compensazione esclusa, il potenziometro aumenta e diminuisce il livello egualmente a tutte le frequenze. Nella posizione di compensazione inclusa, le varie frequenze vengono esaltate e attenuate di quantità diverse per cui alle posizioni basse del cursore del potenziometro c'è in realtà un incremento dei bassi e degli acuti; quanto più basso è il livello sonoro tanto maggiore è l'esaltazione.

Con un boato, fra l'infrangersi dei vetri e il tremare dei muri, un orrido fantasma piomba di fronte al docente: è lo spettro del signor Ramsete, che aveva dato esecuzione al suo tragico proposito.

SPETTRO - Ti occorreva il mio olocausto, la vittima sacrificata all'altare, le cui frattaglie fumanti t'intossicheranno fino alla bara, per ripetere le mie ultime parole! Perché di quel commutatore? Per escludere

la compensazione fisiologica. Non è questa una piena confessione della vanità di essa? Metterla, per il piacere di eliminarla! Non era più semplice non parlarne neppure? Rinnovo il mio atto di accusa: essa è dannosa e spiego il perché.
Se ai livelli inferiori, l'orecchio percepisce poco i bassi e gli acuti, perché si vuole farglieli percepire a tutti i costi? La riproduzione sarà innaturale dato che i rapporti d'intensità alle varie frequenze non sono più quelli originali. Ai livelli ridotti i bassi non devono essere roboanti e gli acuti stridenti; se si obbliga l'individuo ad una simile deformata audizione, si sarà uccisa l'alta fedeltà, che si propone la riproduzione uguale all'ascolto originale, cioè di un orecchio situato nel luogo dove si genera il programma musicale! (Sta' fermo Draghignazzo, con quel ronciglio mi hai già asportato già troppi lacerti glutei).
CORO - Ha ragione lo spettro! Perché alterare il suono in modo così innaturale?
DOCENTE - Oh poveri di spirito, che vi lasciate soggiogare da un lenzuolo evanascente, da uno strascicare di catene! Io novello Don Giovanni Tenorio, ti sfido e ti grido sul teschio che sei uno spettro stupido e cocciuto! Tu falsi il punto di partenza e ne trai conseguenze assurde. Sta' a sentire, spettro zuccone: il suono originale ha un livello corrispondente per es. a 10 W, per i quali l'orecchio ha una sensibilità quasi uniforme a tutte le frequenze. Se io abbasso il livello di riproduzione, per es. a 2 W, l'orecchio percepisce i bassi e gli acuti come se fossero contenuti in minor quantità nel programma; perché il suono sia riprodotto con la stessa sensazione auditiva (lodness) bisogna esaltare le frequenze basse e alte; solo così la musica mi arriverà all'orecchio con inalterati rapporti fra le ampiezze delle singole note.
CORO - Ha ragione il professore, deh! Sprofonda nell'averno stolto spettro ingannator.

Lo spettro esegue.

DOCENTE - Purtroppo, l'uso del controllo di Loudness senza un distinto regolatore di volume non permette di pareggiare la posizione di massimo del controllo stesso con i livelli originali di funzionalità. Ne sorge un inghippo; il regolatore di Loudness può dar luogo a eccessiva o insufficiente compensazione di sensazione auditiva. La difficoltà può talvolta essere aggirata usando il regolatore di volume di un sintonizzatore radio o di un magnetofono riproduttore per svolgere la stessa funzione di un ipotetico regolatore di volume separato montato sull'amplificatore.

GIUGURTA - Ma nel caso di un fonorivelatore giradischi privo di regolatore di volume. come ci si comporta?
DOCENTE - Quest'oggi vi siete messi tutti d'accordo per tritarmi il fegato! Nel dannato caso da lei prospettato, con immensa astuzia si rinuncia a variare il volume separatamente dal potenziometro di equalizzazione. Oppure, diciamolo sottovoce perché lo spettro non ci senta, si sfrutta il commutatore prestigiatore e si esclude la compensazione, affidando ai controlli di tono il raggiungimento degli equilibri tonali.
CORO - Calunniato vecchio spettro, tanto tonto poi non sei, esci tosto dall'inferno, ti vogliamo tra gli dei.

5. La commutazione dei canali

DOCENTE - Raccogliete la croce e salite l'aspro calvario della commutazione dei canali. La funzione fondamentale di un preamplificatore di controllo stereo è di accettare i segnali dei canali sinistro (S) e destro (D) provenienti da un generatore, disco o nastro o altra diavoleria, per applicarli amplificati ed elaborati agli amplificatori di potenza S e D rispettivamente ed ai relativi gruppi di altoparlanti. Accanto a questa funzione di primo piano, esso deve svolgere altri compiti secondari di commutazione per consentire il bilanciamento dei canali, la riproduzione di programmi monofonici, la correzione degli errori di fase, l'identificazione dei canali nei generatori e chi più ne ha, più ne metta.
Signor Giugurta, non dimentichi che siamo nati per soffrire e che solo la sofferenza volontaria ci fa capire quanto siamo fessi... no, volevo dire: ci dà la gioia. La divina provvidenza ha istituito un nugolo di dispositivi commutatori per la croce e delizia dello stereofilo. Stia buono signor Assurpanibal, pardon, banipal. Le ingiustizie sociali esistono anche in stereofonia, mentre osserviamo opulenti amplificatori ostentare con arroganza un fottio di commuatori, altri gracili amplificatorucci devono ritenersi paghi di una modesta manciata di levette e bottoni sagati e denutriti.
Intanto che l'uditorio si affloscia sui banchi approfitto per infilare

6. L'altra inversione stereo

Con questo vezzoso appellativo si designa l'operazione, che introduce

il segnale sinistro S nel canale destro e il segnale destro D nel canale sinistro. Notate la estrema coerenza, che impronta gli impianti stereo di alta fedeltà: quest'ultima si prefigge di fornire una riproduzione sonora che sia la copia indistinguibile della musica originale, orbene qui si arriva a far sentire a destra ciò che originariamente era a sinistra e viceversa; l'alterazione è piuttosto evidente. Vi immaginate che bella confusione nella battaglia di Maclodio quando « s'ode a destra uno squillo », mentre la risposta viene da destra? E' chiaro che lì c'era qualcuno che si divertiva malvagiamente a manovrare un commutatore d'inversione stereo, come quello di fig. 81, per scambiare le direzioni degli ottoni e precipitare i contendenti in un rovinoso calpestìo d'ambo i lati.

GIUGURTA - Il bell'esempio storico di stereofonia applicata alla strategia militare ora ricordato ha condotto anche alla soluzione di un profondo problema matematico, infatti col teorema « d'ambo i lati calpesto rimbomba quattro terzi pi greco erre tre » risponde all'assillante domanda « il volume della sfera qual è? »

DOCENTE - Esatto, ma c'è di più, insegna anche a trovare il volume dell'ellissoide: « d'ambo i lati calpesto rimbomba quattro terzi pi greco a bi cì ».

ADERBALE - Lei dice che siamo all'a, b, c, ma per me è già troppo difficile, la prego di ritornare al primo detto...

GIUGURTA - Sappia che a, b, c, sono i tre semi assi dell'ellissoide.

DOCENTE - Procediamo. Se con un disco o un nastro i canali sono invertiti, l'uditore può anche non accorgersi, ma se si accorge è doveroso che si precipiti a scambiare i canali per rimettere le cose a posto. Ci sono però buone ragioni per utilizzare l'inversione dei canali. 1ª ragione abbastanza stupida: i dilettanti registratori di nastri nella loro precipitazione, registrano senza badare per il sottile, quando arrivano a riprodurre non sanno più qual è il canale S e quale il D (ciò accade sempre quando il nastro proviene da un amico maestro di pizzico).

ADERBALE - Ma adesso cosa dice? Mi risulta che il pizzico sia molto diffuso e praticato su vasta scala, ma che esistano scuole specializzate, che rilasciano il diploma, mi torna nuova.

DOCENTE - Io intendevo un altro genere di pizzico: quello delle corde della chitarra.

Mi lasci proseguire. 2ª ragione, assai più stupida: a nessuno è mai saltato in mente di normalizzare se l'altoparlante sinistro deve riprodurre la parte MF o la parte MA di una radiotrasmissione MF-MA. Lo

caso dopo quella assai più urgente della polarità (+ o −) dei seni delle balie. Per ora è giustificato l'uso di un inversore di stereo. 3ª ragione, la più stupida di tutte: lo stereofilo indagatore può essere spinto dalla curiosità a constatare che effetto fa a scambiare i canali, quando proprio non si dovrebbe farlo. Cerchiamo di giustificare il maniaco: con certi generi di musica, o in speciali condizioni, l'inversione può esaltare la sensazione musicale; così com'è, è insopportabile, allora si prova a cambiare i canali, tanto per fare qualche cosa; operando in cotal guisa, spesso si ottiene un sensibile miglioramento, come quando si suona capovolgendo il foglio del testo musicale, o quando si comincia un'esecuzione dall'ultima battuta dell'ultimo rigo, risalendo a ritroso fino alla prima battuta del primo rigo.
stesso dicasi per i due canali di una trasmissione stereo multiplex. Può darsi che in un tempo lontano, tale normalizzazione si faccia, in ogni

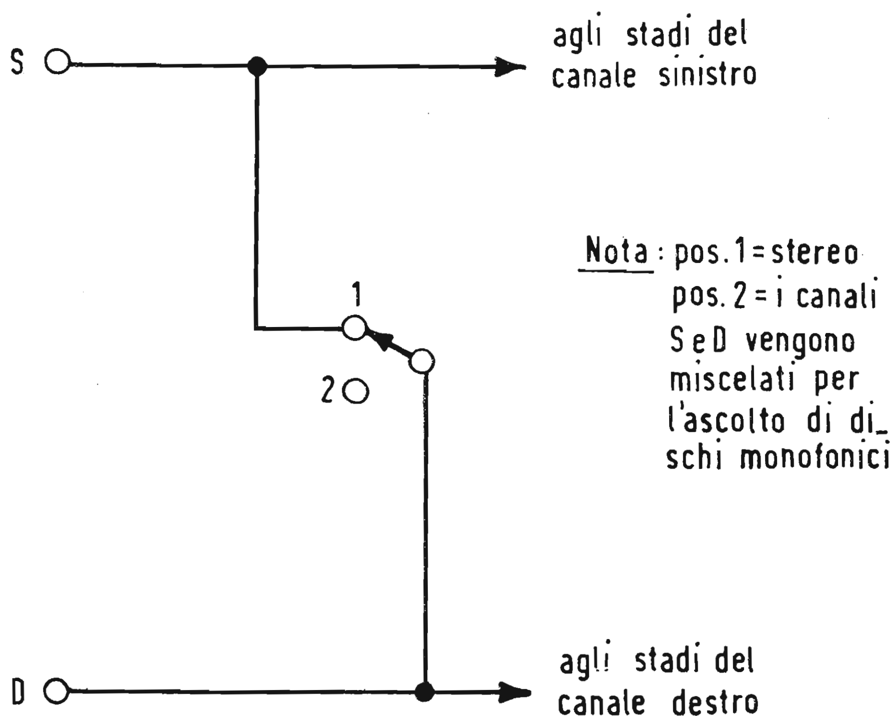


Fig. 82 - Commutazione in monofonia.

Usque tandem abuserò della vostra pazienza? Per lunghissima pezza ancora.

7. Il commutatore di bilanciamento

DOCENTE - Il commutatore di bilanciamento permette di inserire il segnale S, sia nel canale sinistro, sia nel canale destro. Addocchiate prego, la fig. 73. Non si crederebbe eppure lo scambio dei canali a ripetizione può facilitare il bilanciamento dei livelli sonori dei due sistemi di altoparlanti. Se il preamplificatore di controllo contiene il commutatore d'inversione stereo, non è più strettamente necessario il commutatore separato di bilanciamento, perché l'invertitore di stereo svolge la stessa funzione, ammesso che venga scollegato il generatore del segnale D dall'amplificatore; però l'esclusione del segnale D è talvolta alquanto scorbutica, per esempio quando si ha a che fare con quei tipi loschi di dischi stereo.



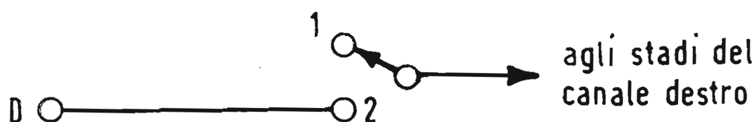


Fig. 83 - Commutazione « quasi stereo »

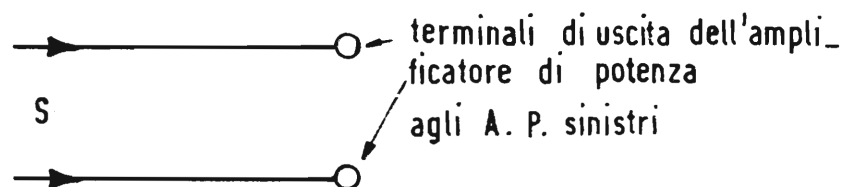
8. La commutazione in monofonia

DOCENTE - Che dirò della *commutazione in monofonia?* Si tratta di combinare i segnali S e D e di applicarli così combinati ad entrambi i canali come la fig. 82, per sua cortesia, si compiace di mostrare. Si possono combinare anche le uscite dei due canali giustappunto all'uscita del preamplificatore. Anche il signor Aderbale capisce che questa combinazione risulta utile quando si suona un disco monofonico con un fonorivelatore stereo. Poiché ciascun canale di una capsula stereo fornisce lo stesso segnale audio, riproducendo il segnale di uno qualunque dei due canali si ottiene il suono totale.
Tuttavia se mi porgete l'orecchio intenderete che ci sono due vantaggi nel combinare i segnali. 1° vantaggio: il rombo verticale, in generale più grave del rombo orizzontale, viene soppresso in forte grado; i due canali di una capsula stereo in generale hanno le uscite in fase rispetto al movimento laterale della puntina e in opposizione di fase rispetto al movimento verticale.
Quando si suona un disco monofonico contenente solo l'informazione laterale del programma, le uscite delle due sezioni sono in fase rispetto al rumore dovuto al moto verticale. Perciò i segnali audio si sommano in fase, mentre i segnali di rombo verticale si sommano in opposizione di fase e si elidono come gruppuscoli estremisti extraparlamentari opposti. Il 2° vantaggio (dite la verità, vi eravate già scordati che i vantaggi erano due), abbastanza consistente, è che si ricava dalla capsula un segnale più forte, vale a dire un rapporto segnale/rumore più favorevole, supposto che il maggior colpevole della rumorosità sia l'amplificatore.

9. La commutazione quasi stereo

Sorellastra della commutazione in monofonia è la *commutazione quasi* stereo. Con essa si applica uno qualsiasi dei due segnali (se S o D, si decide con la moneta lanciata in alto) a ciascun canale, come in fig. 83, con lo sconcertante risultato di udire una sorgente monofonica su entrambi i gruppi di altoparlanti. C'è qualche gonzo, che asserisce di provare un effetto « quasi stereo ». Occhio alla trappola malese: mentre è vero che un sistema che fornisce la commutazione monofonica in un senso, permette anche la commutazione quasi stereo, il contrario non è affatto vero. In certi amplificatori stereo è possibile ap-

plicare il segnale S a entrambi i canali, ma non contemporaneamente anche il segnale D.
Giacché siamo nell'ambito degli invertitori, e quindi degli invertiti, vi voglio propinare qualcosa di infernale come:



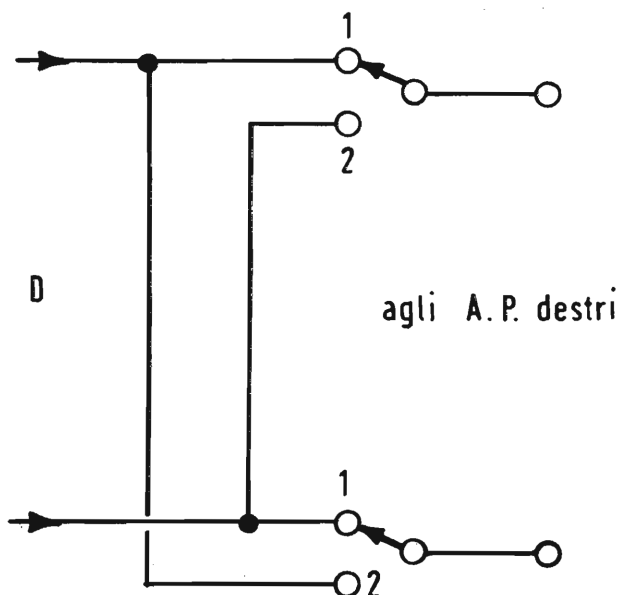


Fig. 84 - Inversione di fase per amplificatori di potenza stereo.

10. L'inversione di fase

Quando l'amplificatore stereo comprende la sezione di potenza, l'inversione di fase si ottiene semplicemente scambiando i fili a un gruppo di terminali degli altoparlanti, come indica la fig. 84.
Quando l'unità è solo un preamplificatore, bisogna ricorrere all'elettronica (fig. 85). Se non foste zoticoni patentati, sapreste che il segnale alla griglia di un triodo è in opposizione di fase con quella di anodo. Allora, con furberia volpina, si fa passare uno dei segnali in uno stadio suppletivo girando astutamente la fase di 180°. La vostra legittima preoccupazione è che lo stadio, oltre a invertire, amplifichi, sbilanciando i canali.
Rimedio: un attenuatore dopo lo stadio, o anche prima del medesimo. Se trafficate con dischi e nastri, la fase si conserva: ma se vi imbattete

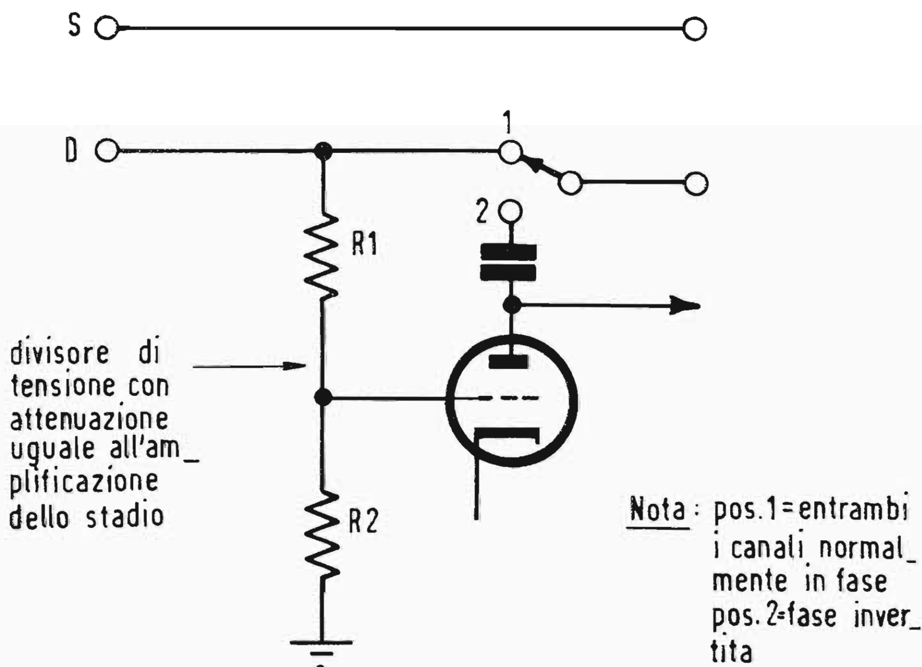


Fig. 85 - Inversione di fase per preamplificatore stereo.

in microfoni e altoparlanti, possono scappar fuori impensate conseguenze della loro disposizione e la fase di un canale rispetto all'altro può andare a pallino. Lo strano è che in tal caso il suono può risultare migliore. Che ironia! Infine, è anche possibile che errori di fasatura siano commessi nella registrazione stereo non solo da incompetenti come Voi, ma pure da professionisti alquanto tonti. Liquet (cioè: è chiaro) che un commutatore invertitore di fase, può cadere a fagiolo in simile frangente.
La fase errata fra i due gruppi di altoparlanti dà luogo ad una errata orientazione spaziale, specialmente dei suoni che si suppone debbano provenire dalla zona circa a metà fra l'altoparlante sinistro e destro. Un unico commutatore di solito effettua tutte le funzioni di commutazione, ma per volenteroso che sia, non riesce a invertire la fase, per cui occorre un commutatore, che abbia compiuto lunghi corsi di studio. Questo non toglie che in molti amplificatori si siano adottati numerosi commutatori, che fanno sempre una grande impressione.
Visto che il letargo degli uditori li rende inoffensivi, io attacco con:

11. Il regolatore miscelatore

Il regolatore miscelatore, è detto « blend control », qui si affaccia l'idra del « buco del centro »; la gatta più dura da pelare in stereofonia. Se tracciate una circonferenza, il compasso fa un buco al centro nella carta; se siete bravi tiratori, il proiettile fa un buco al centro del bersaglio.
Potrei citare altri notissimi esempi di celebri buchi centrali, ma per non turpiloquare, mi astengo. Forse che i transistori e il formaggio gruviera non hanno struttura essenzialmente a buchi? Mentre nei casi ora menzionati, i buchi hanno azione benefica, il buco al centro della stereofonia è decisamente deleterio. Si manifesta come una mancanza di suono nello spazio fra i due gruppi di altoparlanti. Quanto più sono distanti i microfoni al terminale di registrazione, o gli altoparlanti sinistri e destri al terminale di riproduzione, tanto più evidente è l'assenza del suono al centro. Rimedio parziale; si applica una frazione del segnale S al canale D e una frazione del segnale D al canale S, così si falsa la natura dei suoni S e D, che imbastardiscono anzi che no e non fanno più capire se il suono viene da destra o da sinistra. E l'effetto stereofonico? Quello si conserva leggermente, perché il trucco della miscelazione non funziona troppo bene. Al limite, se da sinistra e da destra arrivasse esattamente lo stesso suono, l'ef-

fetto del buco cesserebbe totalmente. Il *regolatore di miscelazione* svolge la funzione di miscelare S e D nel grado desiderato dall'ascoltatore: se a questi piace il gruviera, la mescolazione sarà modesta, se invece predilige la mozzarella, la miscela sarà potente. E come è fatto un così magico regolatore? Guardatelo in fig. 86: è un semplice potenziometro, che connette i due canali. La sua resistenza è abbastanza alta da far sì che quando il cursore è in alto, i due segnali non vengono praticamente miscelati; muovendo il cursore verso il basso, la resistenza fra i due canali diminuisce col risultato di una mescolazione sempre più grande. Quando il cursore è all'estremo basso, i due canali sono completamente mescolati, il buco si è riempito e l'effetto stereofonico è finito a Patrasso, proprio come accade con la commutazione in monofonia. Nessuno dà segno di risveglio. Continuo con:

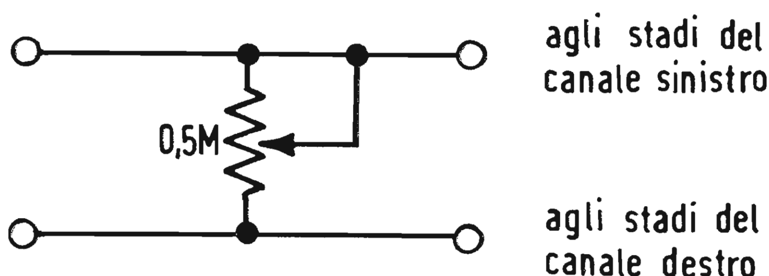


Fig. 86 - Regolatore di miscelazione.

12. Il canale fantasma

Se lo stereofilo vuole colmare la lacuna centrale e conservare l'effetto stereo, ha a sua disposizione la strapotenza dell'oltretomba: il fantasma col lenzuolo, face e tutto, un terzo canale destinato ad alimentare un altoparlante disposto tra i gruppi di altoparlanti sinistro e destro. Il terzo canale spettrale sfrutta ancora una combinazione dei segnali S e D. S e D seguitano poi separatamente ad alimentare il rispettivo canale per la conservazione dell'effetto stereo. Il diabolico artificio è chiarito dalla fig. 87: due resistenze in serie sono connesse fra le uscite dei canali sinistro e destro; il nodo, o punto comune che dir si voglia, di queste due resistenze alimenta l'uscita del canale fantasma. Se foste svegli, chiarirei il concetto dicendo che le due resistenze allacciano il canale centrale agli altri due canali ed hanno un valore abbastanza alto da isolare i canali S e D fra di loro. Con il fiero dispositivo di fig. 87 si utilizza un rapporto fisso tra i segnali S e D. Se il regolatore di bilanciamento è disposto in modo che, puta caso, il segnale S sia più intenso del segnale D (questo potrebbe essere giustificato dalla necessità di compensare la minore efficienza del gruppo sinistro di altoparlanti, per es.), il canale fantasma conterrebbe più S che D. E' questo un grave inconveniente e costituisce una ragione di più per ottenere a qualunque costo che i segnali S e D producano uguali sensazioni sonore dagli altoparlanti S e D.

La regolazione del comando di bilanciamento, in modo da aversi uguale suono dagli altoparlanti, si traduce nell'eguaglianza dei livelli dei canali S e D in un canale fantasma contenente uguali parti di S e D. Talvolta è utile poter regolare la proporzione in cui vengono mescolati S e D per costruire il canale fantasma. Per es., un segnale sinistro dominante nel canale fantasma può essere necessario quando l'altoparlante centrale non può essere collocato esattamente a metà fra gli altri due diffusori, ma debba essere maggiormente a contatto al diffusore sinistro, per ragioni di spazio e di estetica. La figura 88 mostra un circuito che raggiunge tale malvagio intento. Invece di due resistenze fisse, si usa un potenziometro il cui cursore alimenta il canale centrale; spostando il cursore verso l'alto, il fantasma contiene maggiore S. Nella posizione centrale del cursore, il fantasma si giova di eguali parti di S e D; spostando il cursore verso il basso, il fantasma si nutre essenzialmente del segnale D.

Non mi si può fare colpa se i preamplificatori stereo hanno le *entrate* (o ingressi) e se debbo menzionarle. Un preamplificatore stereo per bene deve presentare almeno tre coppie di morsetti o prese d'entrata

ad alto livello (per generatori che danno tensioni di segnale di 0,5 V o maggiore): una prima coppia per i sintonizzatori, una seconda coppia per le capsule fonografiche piezoelettriche stereo (ceramiche o a cristalli) e una terza coppia per magnetofono a nastro stereo. Può essere utile una quarta coppia ausiliaria per altre sorgenti di programma, per es. il canale sonoro della TV. Particolare attenzione deve essere dedicata alle spine e prese d'entrata, che devono essere appositamente progettate per una capsula microfonica. La stereofonia ha contribuito notevolmente alla diffusione di simili fonorivelatori di costruzione più semplice e di minor costo rispetto alle capsule stereo magnetiche, e come non bastasse, funzionano bene. Però la car-

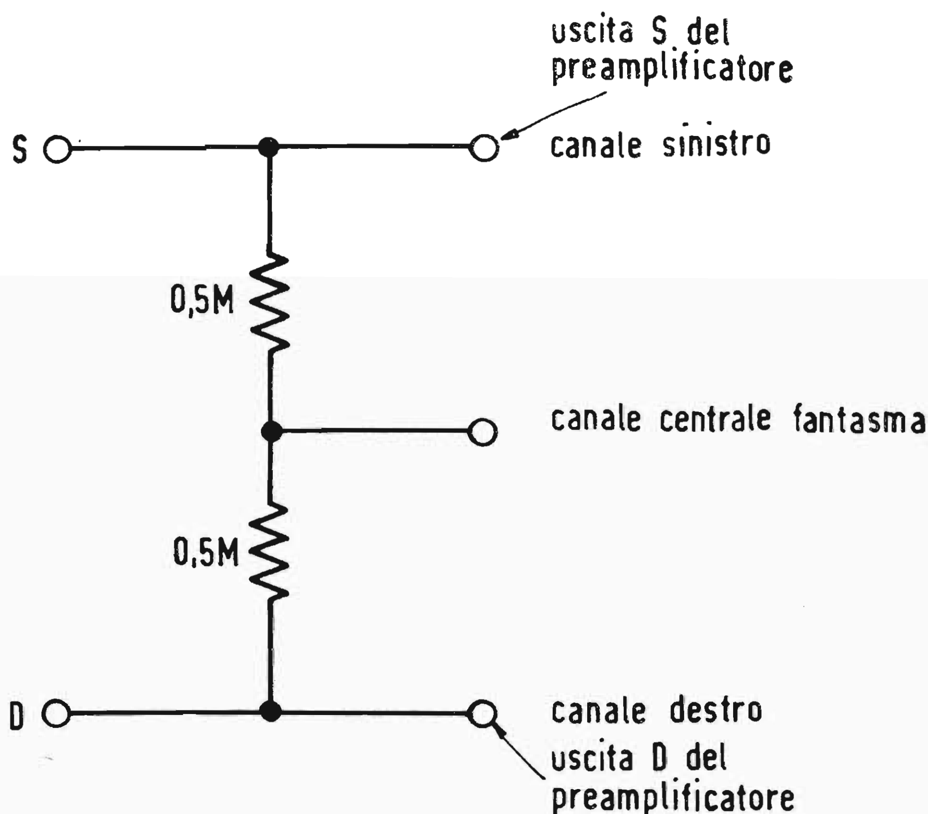


Fig. 87 - Alimentazione del canale fantasma mescolando S e D con rapporto costante.

tuccia piezoelettrica presenta speciali problemi di carico, non sempre considerate da un fabbricante di preamplificatori (mono o stereo che siano).

Un valore tipico della resistenza di carico è 2,2 MΩ (accettabile da 1 a 3 MΩ secondo i tipi) per ottenere una risposta relativamente uniforme nella gamma dei bassi. Se il carico è minore di 1 MΩ, i bassi vanno a farsi friggere. Per contro, le prese d'entrata ad alto livello presentano solo circa 0,5 MΩ al generatore. Se si vuole usare i fonorivelatori stereo piezoelettrici, bisogna adattare la resistenza di carico d'ingresso dell'amplificatore per ogni singola cartuccia. Se l'amplificatore ha una resistenza d'entrata diversa, si può facilmente e rapidamente sostituirla con quella ottimale. Alcuni preamplificatori incorporano uno speciale circuito così intelligente da convertire un fonorivelatore piezoelettrico nell'equivalente di un rivelatore magnetico, nel senso che il segnale presenterà la stessa caratteristica di frequenza (caduta dei bassi ed esaltazione degli acuti) di una capsula magnetica, con il vantaggio di utilizzare la stessa equalizzazione di riproduzione. Se ciò è valido per l'ingresso segnato « fono piezolettrico », occorre accertarsi che il circuito di conversione sia adatto alla particolare capsula adottata. E' solo il fabbricante della capsula che può dare questa informazione. Se è necessaria una modifica, conviene ricorrere ad un tecnico e alle istruzioni del costruttore della capsula. Fra le entrate a basso livello ,oltre a quelle per il fonorivelatore, ci devono essere quelle per le testine di riproduzione dei registratori a nastro magnetico, ed è augurabile la terza coppia di ingressi per i microfoni. Il segnale di uscita di una capsula magnetica stereo è minore di quello di una corrispondente capsula monofonica, a motivo della struttura della capsula stereo e del minor livello di registrazione adottato in stereofonia per dischi e nastri. Perciò l'amplificatore stereo deve essere maggiormente sensibile, affinché il modesto segnale fornito dalla capsula possa essere amplificato ad un livello sufficiente a pilotare pienamente un amplificatore di potenza corredato degli altoparlanti. Tutto questo discorso per dire che il preamplificatore stereo deve fornire la potenza nominale agli altoparlanti, quando il segnale generato dal fonorivelatore o dalla testina magnetica di riproduzione sia 5 mV a 1 kHz.

Anzi, è bene che la sensibilità (intesa come segnale di uscita per un dato segnale di entrata) deve essere maggiore per l'ingresso della testina del nastro, perché le testine di riproduzione, specialmente per quelle relative alle quattro piste, forniscono segnali notevolmente più deboli di una capsula magnetica fonografica. In conclusione, la ten-

sione massima prevedibile all'ingresso è 2 mV a 1 kHz e deve bastare per ottenere dall'amplificatore la massima potenza specificata.
Qui il docente si accascia goffamente al suolo.
Il coro è a bocca così chiusa che s'intende solo il ronfar dei prodi e il seguente mugolio sommesso:
« *Che stufita, giusto cielo! or svenire ci sentiamo;*
cede il core, il polso cede, a defunger ci apprestiamo ».

(fine della lezione IX)

La prudenza non è mai troppa, perciò il Professore, procuratosi un magnifico esemplare da galera che gli assomiglia moltissimo, proveniente da Sing-Sing, lo getta in pasto ai voraci discepoli, che scherzosamente lo sbranano satollando i fieri impeti del loro selvaggio appetito e aprendo così la via alla

LEZIONE X

GLI AMPLIFICATORI STEREO DI POTENZA

La presenza degli uditori è metà della volta precedente, pari cioè a $n/2^9 = n/512$ (per il significato di n, vedere il cominciamento dalla precedenti lezioni).
Si eleva lamentoso il coro dei discepoli:
« *Dell'averno il foco eterno, se annoiarci ancor vorrai,*
renderacci inver giustizia, questa volta pagherai! »

1. Gli amplificatori stereo di potenza

DOCENTE - Gli auspici non sono molto favorevoli, ma non mi lascio intimorire. In confronto all'elaboratissimo preamplificatore stereo, l'amplificatore è sempre tenduto, come si dice? teso... insomma ha sempre avuto la tendenza alla semplicità; esso è un apparato semplicione formato generalmente da due amplificatori elettronicamente uguali, montati sopra un unico telaio.
Vorrei mostarvi una figura di amplificatore stereo, ma la presenza di minorenni me lo vieta. L'incestuoso connubio è umanamente giustificabile, ma non davanti a Dio, con la scusa del risparmio di spazio,

di costo e di alimentazione: un unico alimentatore può servire entrambi gli amplificatori (esso però è grosso il doppio, quindi vedete che quella dell'economia è una fandonia maiuscola). L'immoralità insiste a far credere che ci siano alcuni vantaggi ad accoppiare due amplificatori aventi la stessa potenza di uscita, la stessa risposta in frequenza e stesse altre caratteristiche. Poniamo di adattarci all'onda della pornografia; che cosa capita quando i sistemi di altoparlanti sono molto diversi tra loro? e quando quello meno efficiente richiede

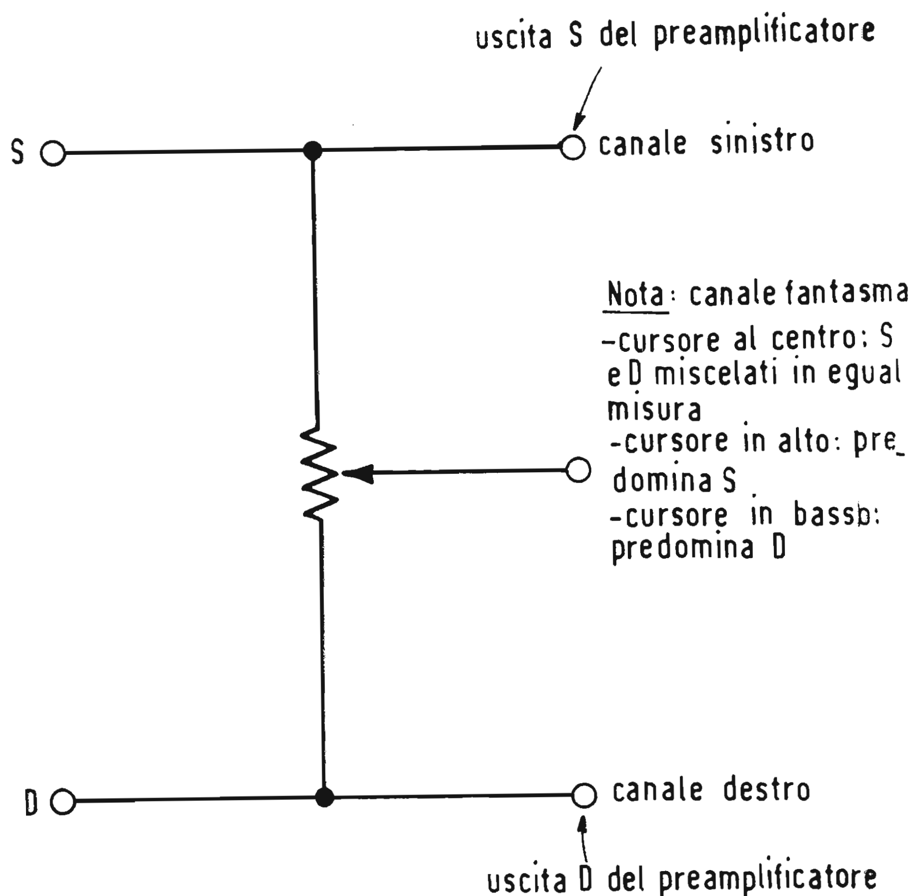


Fig. 88 - Regolazione del canale fantasma con un solo potenziometro miscelatore.

maggior potenza? Non per fare il bastian contrario, ma nel caso in cui un sistema di altoparlanti richiede 30 W elettrici per dare la potenza acustica che l'altro sistema dà con 5 W elettrici, è mai possibile che due amplificatori identici diano rispettivamente 30 W e 5 W con la stessa distorsione?
Il signor Buffalmaco subentra con veemenza:

BUFFALMACCO - Io dissento, perché lei per tirar l'acqua al suo mulino, sta facendo un esempio assurdo. Io dissento infatti che in un impianto stereo che si rispetti si adottino sistemi di altoparlanti sinistro e destro così diversi come ce li va prospettando. Io dissento che in stereofonia possa regnare una cotal dissimetria per cui un canale richiede 5 W e l'altro 30 W. Io dissento...

DOCENTE - Ma lei è affetto da una dissenteria impressionante! Io sto prospettando un caso tutt'altro che inverosimile. Infatti conosco un certo Cerbiatelli da Cervetri, che usa come sistema sinistro un woofer, uno squawker, un tweeter a doppio cono, mentre come sistema destro impiega un altoparlantino di 5 cm di diametro ricavato da un giramusicassette e asserisce che basta dare al canale sinistro una po-

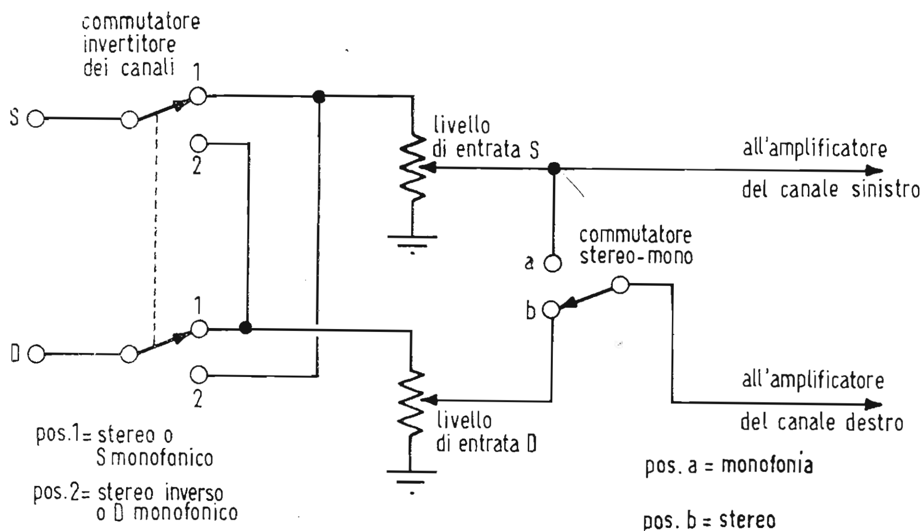


Fig. 89 - Circuito di principio della commutazione dei canali.

tenza un po' minore che al destro, per avere un perfetto equilibrio stereo.
BUFFALMACCO - Il suo amico Cerbiatelli è certamente uno sciocco indegno di fede. Io dissento...

2. I commutatori dell'amplificatore stereo

DOCENTE - La prego basta, perché la sua dissenteria viene in uggia a tutti quanti. Gli amplificatori stereo generalmente sono provvisti di mezzi di commutazione veramente buffi. La fig. 89 ne mostra qualcuno. Il commutatore d'inversione di canali assolve la stessa funzione del commutatore di stereo inverso di fig. 81. Il commutatore Mono-Stereo agisce come il commutatore « quasi stereo » di fig. 83, e cioè permette di travasare il segnale sinistro o destro in entrambi i canali. La nequizia dei progettisti arriva al punto di introdurre un commutatore, che mette in parallelo i due stadi di uscita; nella dannata ipotesi che questi siano forniti di trasformatori di uscita, il misfatto si compie secondo lo schema di fig. 90. La drammatica conseguenza è che in tal caso, ad un sistema monofonico di altoparlanti viene scaraventata addosso la potenza doppia di quella che può sopportare, mentre l'altro canale rimane con niente: uno scoppia d'indigestione, l'altro muore con le budella appiattite. E la patrizia prole che fa in cotanta miseria? Se proprio si vuole il trionfo dell'ingiustizia sociale, si guardi la fig. 92 dove, non esistendo il commutatore antiproletario, il miscredente ascoltatore può con mano sacrilega parallelare gli stadi; in fig. 92 si è supposto bizzarramente che l'altoparlante monofonico abbia impedenza 16 Ω. Mettendo in parallelo i trasformatori di uscita, la loro impedenza risultante è metà di quella di uno solo, perciò per l'adattamento all'impedenza 16 Ω dell'altoparlante è necessario collegarsi alle prese 32 Ω in parallelo dei trasformatori.
BUFFALMACO - Io dissento che i trasformatori di uscita abbiano le prese a 32 Ω; di solito hanno le prese 4,8 e 16 Ω.
Quindi il suo esempio, caro professore dei miei stivali, può darlo al gatto.
DOCENTE - Io dissènto che il gatto dagli stivali abbia prese a 32 Ω... Ma che cosa mi fa dire adesso? Se le mancano i 32 Ω, faccia finta che l'altoparlante abbia impedenza 8 Ω, colleghi insieme le prese 16 Ω e a queste parallelate attacchi l'altoparlante, così tutto è a posto o no?
BUFFALMACCO - Io dissento che il Docente chieda ad un allievo se ha detto bene o no. Il professore è lei, il gran scienziato; io sono un igno-

rante, un vile verme privo del ben dell'intelletto, cosa pretende che le risponda? Persisto nel dissentire...
Cade fulminato da una colubrina di medio calibro entrata gentilmente in azione.
DOCENTE - Damnatus sit! La fig. 91 mostra che bisogna fare tre connessioni: un collegamento fra le prese 32 Ω (che in qualche strano

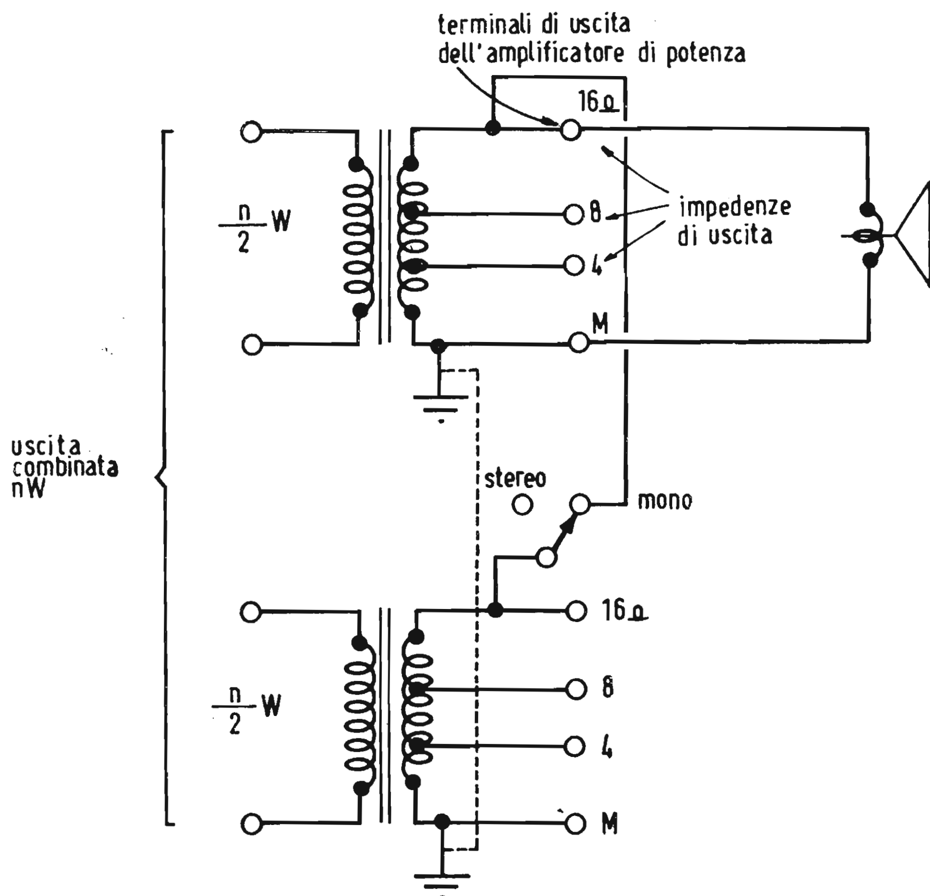


Fig. 90 - Metodo di collegare un sistema monofonico di altoparlanti alle due uscite di un amplificatore stereo di potenza.

caso esistono realmente), un collegamento fra l'altoparlante e le prese 32 Ω parallelate; un collegamento fra l'altro capo della bobina mobile dell'altoparlante e la massa.

3. Il principio della frequenza differenza

DOCENTE - In fig. 92 è rappresentato un nuovo spassosissimo accostamento all'amplificatore stereo di potenza. Però adesso non guatatemi bieco perché in fig. 92 ho disegnato due triodi invece di due transistori, l'ho fatto per gli ascoltatori nati nell'oscuro medioevo, che allo stato solido preferiscono lo stato liquido di una buona bottiglietta, ai quali la vista dei vecchi cari triodi ridesta palpiti di giocondità.

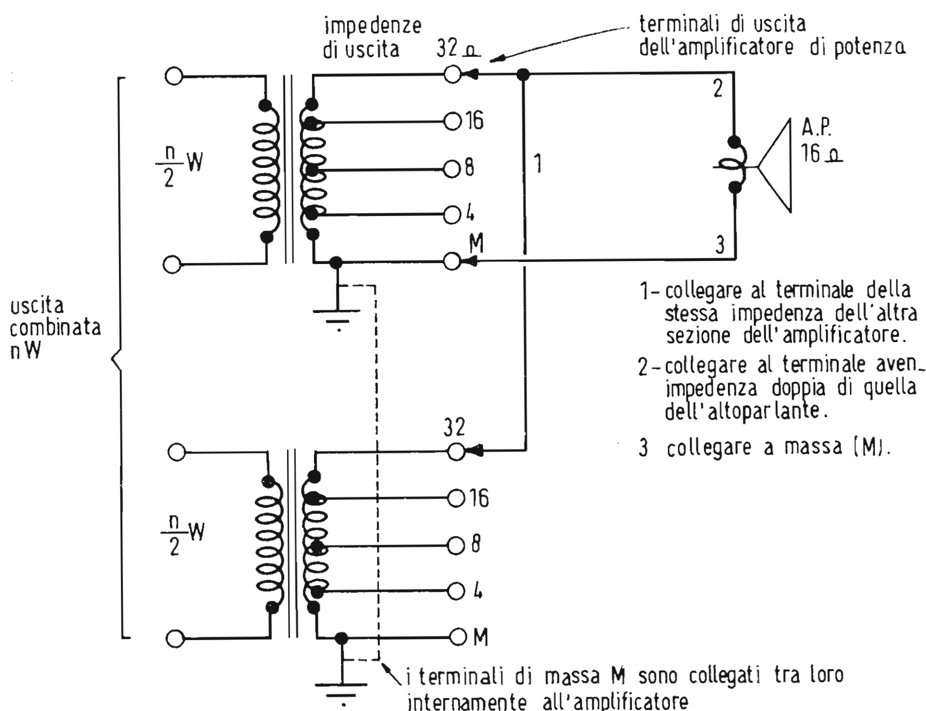


Fig. 91 - Se l'amplificatore stereo di potenza è sprovvisto del commutatore di messa in parallelo, bisogna interconnettere gli stadi di uscita come mostra questa figura.

Dunque dicevo, analogamente ad un volgare amplificatore di potenza monofonico, lo schema di fig. 92 impiega due tubi di uscita ed un trasformatore di uscita, invece di quattro tubi e di due trasformatori di uscita. Qui si sfrutta il principio della frequenza differenza, analogamente a quanto si fa quando c'è di mezzo lo stereo per via eterea, o su disco o con i microfoni. Ora mi spiego, ma voi non capirete niente lo stesso.

Supponiamo che un segnale − S sia applicato alla griglia del triodo 1, mentre sia applicato un segnale D al triodo 2, altrimenti si mette a piangere. Dovreste sapere che il segnale in placca è in opposizione di fase rispetto a quello di griglia. Perciò all'anodo del triodo 1 appare un segnale + S, mentre l'anodo del triodo 2 sfoggia un segnale

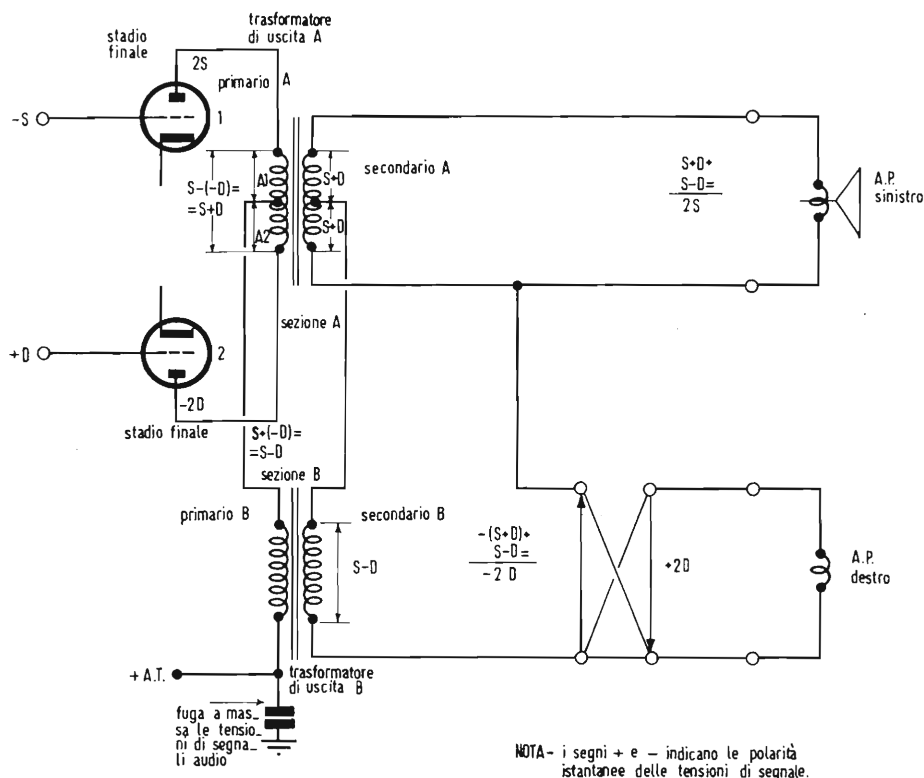


Fig. 92 - Amplificatore stereo di potenza Simplex CBS, che impiega due soli tubi di uscita.

— D. Putiamo che, per semplicità, l'amplificazione degli stadi 1 e 2 sia uguale a 2. Allora quali segnali avremo sugli anodi dei triodi 1 e 2 rispettivamente?

TUTTI - + 2S e — 2D.

DOCENTE - Arcistupefacente! Bravissimi. Come si vede agevolmente, il trasformatore di uscita è suddiviso in due sezioni: A e B. A è a sua volta frazionato in A_1 e A_2. Ciascuna sezione ha un primario connesso ai due triodi e un secondario, che alimenta gli altoparlanti. Cominciamo col considerare i segnali agli avvolgimenti primari. Il segnale 2S presente fra l'anodo e la massa di 1, si ripartisce fra gli avvolgimenti primari A1 e B (notate che B in realtà è a massa per le componenti alternative audio), perciò dà il suo obolo di tensione S a ciascuno di questi avvolgimenti. Analogamente, il segnale — 2D dà il suo contributo di tensione — D agli avvolgimenti primari A_2 e B. La tensione totale ai capi di A, ossia della serie $A_1 + A_2$, è la differenza fra le tensione esistenti al punto alto e al punto basso di A, ossia $S - (-D) = S + D$.
La tensione risultante ai capi del primario B è la somma dei segnali $S + (-D) = S - D$. I trasformatori riportano al secondario di B il segnale S — D e al secondario di A il segnale S + D. La tensione secondaria di B si combina con la tensione del secondario di A_2 in opposizione di fase, generando il segnale $S - D + (-S - D) = -2D$. Ma con perfida manovra, convertiamo — 2D in 2D scambiando le connessioni ai terminali dell'altoparlante destro (quello collegato al semitrasformatore B). La tensione del secondario di B si combina con quella del secondario di A_1 in fase, generando il segnale risultante $S-D+S+D = 2S$, che viene applicato, senza inversione, all'altoparlante sinistro (quello collegato al semitrasformatore A). Se avete un bricciolo di cervello, devolvetelo al fatto che i segnali S e D essendo simili (il che si giustifica cogitando che essi sono generati dalla stessa sorgente sonora), il valore S + D è un bel po' maggiore del segnale S — D. I tubi di fig. 92 che fanno? Stanno a guardare come stelle qualsiasi? Sembra, ma in realtà lavorano sotto sotto secondo gli inverecondi dettami del controfase per i segnali S + D. Con questo sfacciatamente impudico modo di funzionamento, si può truccare l'amplificatore e fargli sputare maggior potenza con piccola distorsione rispetto al caso dei triodi in parallelo. (Questo lo sapeva anche la mia zia).
Adesso arriva il venenum in cauda: poiché il contenuto di potenza nel segnale S—D è normalmente molto minore di quello del segnale S+D, la tendenza scaturisce per compensare il fatto che i triodi, agli

effetti dei segnali S—D, lavorano in parallelo anziché in tira-molla o controfase che dir si voglia, o push-pull se più vi aggrada. I segnali di basse frequenze (proprio quelle giù, cadute per terra), per le quali le distorsioni sono più da temere, sono sostanzialmente in fase (S+D), per cui vengono elaborati dai tubi di uscita con le leggi del controfase, che mediante il gioco dei bussolotti, elimina molta distorsione.
Lo schema di fig. 92 ti snocciola, come niente fosse, un'apprezzabile riduzione del costo e dell'ingombro dell'amplificatore stereo di potenza. E' presumibile, con la lungimiranza che tanto mi distingue, che si possano operare trucchi del genere anche per le unità di controllo (cioè per i preamplificatori; lo dico per gli ingegneri) stereo, col malvagio intento di semplificarne la mastodontica struttura attuale.
CATILINA - Ma, scusi, in che cosa consiste il venenum?
DOCENTE - (Qui mi conviene imitare ser Ciapelletto). Oh alma ingenua! (Cicerone non la pensava mica così). Non ha afferrato il doppio fondo della mia locuzione? Ho cianciato di venenum in cauda per designar il suo contrario: il dulcis in fundo.
CATILINA - Usque tandem, magister, abuteris ignorantiae meae? Olim vaccae et capellae...

4. Gli adattatori stereo

DOCENTE - Se ai suoi tempi si usava l'olio per le cappelle, sappia che oggi noi impieghiamo i ceri per quelle ardenti. Piantiamola lì, perché devo parlare degli adattatori stereo. Si è detto che ci sono tre tipi di amplificatori stereo: 1) amplificatori di controllo o preamplificatori; 2) preamplificatori e amplificatori di potenza integrati; 3) amplificatori di potenza separati dal preamplificatore, cioè non integrati, ma neppure disintegrati. Spingo l'ardire fino a presentarvi la quarta categoria costituita da strane unità studiate per adattare due convenzionali preamplificatori o due amplificatori integrati, per l'uso stereo. Sono quei mostriciattoli che si acquisteranno quando la RAI-TV si deciderà a trasmettere in MF stereo, e che dovrebbero consentire la ricezione stereo mediante amplificatori binati di bassa frequenza. Avranno vita effimera, perché l'industria si adeguerà rapidamente a produrre ricevitori stereo veri e propri, che faranno sberleffi maiuscoli ai poveri adattatori. Ricordate cosa accadde quando la RAI si mise a trasmettere in modulazione di frequenza oltre che in modulazione di ampiezza? Nessuno possedeva un vero ricevitore per MF, comparvero gli adattatori che permettevano di ricevere le emissioni

MF combinandoli con un comune ricevitore per MA. Ma quanto durarono?
L'industria malvagia sciorinò in quattro e quattro otto i veri ricevitori MF; il popolo che soffre, dopo uno sciopero di protesta di 24 ore, dimentico delle sofferenze pecuniarie, fece a gara per acquistare i nuovi ricevitori, assestando il proverbiale pedatone ai poveri adattatori, che andarono a ingombrare i bottini dell'immondizia.
Tornando al primo detto, molti adattatori del mercato (estero) possiedono un regolatore principale di guadagno, mezzi di commutazione canali e, perché no? anche un controllo di tono. Quello che per lo più difetta in essi è il regolatore di bilanciamento, perché l'equilibratura tra i canali è facilmente ottenibile con i regolatori di guadagno dei singoli amplificatori monofonici. Ci sono adattatori da inserire tra il preamplificatore di controllo e l'amplificatore di potenza. Altri brutti ceffi di adattatori, che permettono di ridurre il livello del segnale prima degli stadi di amplificazione AF del preamplificatore e quindi di minimizzare la distorsione, sono particolarmente previsti per l'uso con quei preamplificatori o amplificatori integrati, che contengono un commutatore di monitore a nastro (v., se vuoi ridere, la fig. 93). In tali amplificatori, il segnale di uscita del magnetofono non viene applicato all'amplificatore allo stesso modo degli altri generatori di programmi, come ad es. un sintonizzatore radio. Neanche

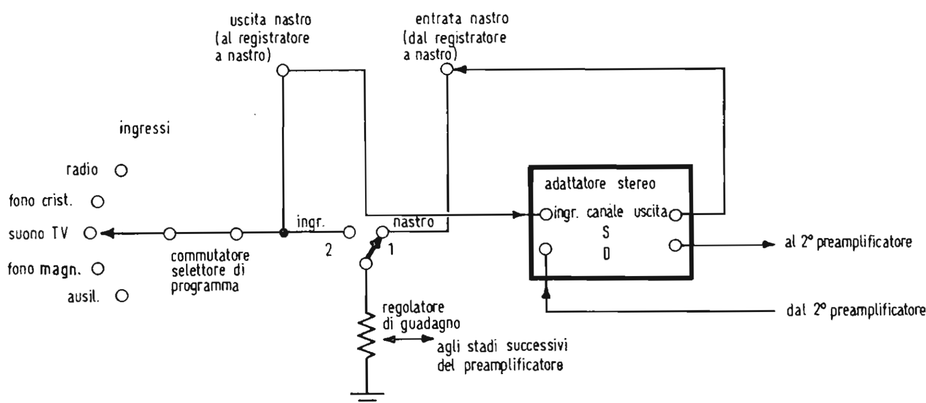


Fig. 93 - Per il collegamento di un adattatore stereo si può usare il commutatore nastro - monitore di un preamplificatore monofonico.

per idea! Sentite questa che è tutta da ridere: il commutatore del monitore a nastro fornisce il segnale del magnetofono personalmente all'amplificatore.

Quando detto commutatore è in posizione nastro (pos. 1) l'amplificatore riceve il segnale di uscita del magnetofono. Quando il dannato commutatore è in posizione 2, l'amplificatore risulta collegato al commutatore di programma; ma il commutatore selettore è sempre connesso alla presa di uscita del nastro per applicare un segnale ad un registratore a nastro. Infatti l'amplificatore non vuole avere obblighi con nessuno; se in un primo tempo riceve un segnale del magnetofono, restituisce a questo un segnale nel secondo tempo e il bilancio è in pareggio.

Questo marchingegno consente d'inserire l'adattatore stereo in serie fra l'uscita del registratore a nastro e le prese d'entrata. Tutti i segnali entranti nell'amplificatore di controllo vengono dirottati nell'adattatore stereo, attraverso la presa di uscita del magnetofono a nastro; i segnali uscenti dall'adattatore vengono dirottati, attraverso la presa di entrata del magnetofono, verso il regolatore di guadagno, il controllo di tono, i filtri e chi più ne ha, più ne metta, e infine vengono applicati agli stadi amplificatori. Perché ciò avvenga, bisogna mettere l'odioso commutatore in posizione 1, cioè « nastro ».

Non può sfuggire al vostro occhio di lince che l'adattatore stereo rapisce, mitra alla mano e calza nera in faccia, l'uscita del nastro e scompiglia le prese d'ingresso, che pertanto devono essere riportate sull'adattatore stereo, per lo più posteriormente, perché la mostra del posteriore oggi è in gran voga. E se i preamplificatori monofonici sono sprovvisti del plurimamente bestemmiato commutatore, che ne sarà dell'adattatore? Non scioglietevi in lagrime per esso! L'adattatore può ancora essere usato modificando furbescamente i preamplificatori; una vera bazzecola per i tecnici audio come me, ma una barriera insormontabile per i fessi come voi. Ve lo dico piano in un orecchio: la modifica consiste nell'interrompere il percorso del segnale fra il commutatore selettore 1-2 e il prossimo stadio e dirottando il segnale all'adattatore come indica l'invereconda fig. 93. Vedo che il signor Calandrino si agita come scosso da arcani sussulti, ha forse qualche obiezione da porre?

CALANDRINO - Obietto che lei è proprio fuori strada. Lei si dimentica completamente che sta parlando a dei rivenditori. Che cosa vuole che c'interessi la fig. 92 con quella ridda di fasi più complicata dell'« Ah si ben mio coll'essere, io tuo tu mia consorte »? Le pare che noi possiamo tenere un simile discorso ad un potenziale acquirente, condu-

cendolo tra i meandri di tanto guazzabuglio? Vorrebbe dire farlo scappare di corsa fino agli antipodi e farci la fama di paranoici. Stia più coi piedi in terra, se no facciamo sciopero. Chiedo se tra i presenti c'è qualcuno che abbia capito qualcosa circa le figure 92 e 93.
CATILINA - Per aspera ad astra, transformatoribus tenus! Tecnica capta ferum rivenditorem coepit et electronicam intulit agresti Latio.
CALANDRINO - Tantum sciò quam scièbam!
DOCENTE - Nobile certame in forbito eloquio! Questi m'insulta, quegli mi elogia; qui invero grande mi sento.
Coro degli uditori discenti:
« Chi fa finta di capire, al latin ricorre adesso
sed in ore sicut lupi est obscurum, maneo fesso! ».

Alla fine della lezione X, il Professore aveva prudentemente evitato di annunciare l'argomento della lezione successiva, prevedendo che rivelandolo avrebbe provocato un gentile finimondo, che avrebbe cancellato il ricordo dell'incendiuccio di Roma promosso da Nerone. Avuto contezza che il furore di popolo aveva ormai disintegrato l'individuo, che ignaro aveva accettato di assumere le sue sembianze, il docente rileva dal comuter che i discepoli presenti sono $n/2^{10} = n/1024$, con manifesto significato del simbolo n.
Dopo che il flebile canto degli uditori discenti ha cessato di compromettere l'integrità dei suoi timpani:
« Se non parla un po' più chiaro, strozzerò il ciarlatano,
rogo e scure e spasmi atroci, gli darò con questa mano! »
Incoraggiato dalla benevolenza dei suoi ascoltatori, osa iniziare la

LEZIONE XI

ALTOPARLANTI PER STEREO

1. Disposizione degli altoparlanti

DOCENTE - Molte scemenze dette per la riproduzione monofonica sono valide anche in stereofonia. In definitiva, il suono deve trovare la sua scaturigine nel sistema di altoparlanti e, vorrei dire, che bisogna conferirgli una certa importanza, anche perché esso è l'ultimo tragico anello di una catena, che nessuno spettro, per quanto demoniaco, ha virtù a trascinare; la catena della riproduzione audio. All'inizio, quando lo stereo cominciò a infiammare le mucose, i nostri antenati e le nostre antenatiche si fecero un superbo baffo della qualità, della fasatura, dell'adattamento e della postazione degli altoparlanti. Bastava che due di questi pappagalli elettromagnetici fossero disposti a 3 o 4 metri di distanza per mandare in brodo di giuggiole i sullodati avi sicuri che quell'apparato facesse molto stereo. Oggi le cose vanno diversamente; molta acqua è passata sotto i ponti del Marcione, la tecnica è maturata e voi siete in grado di apprezzare pienamente i fattori da prendere in considerazione affinché il suono stereo debba, che dico eguagliare? anzi superare quello monofonico, con l'unico scopo d'intrappolare qualche gonzo (e ce ne sono molti) a sganciare la capace borsa, che poi risulterà carica di cambiali in bianco e di assegni a vuoto.

Adesso sfodero una tiritera tutta seria sulla disposizione ottima degli altoparlanti. Essa dipende da quattro fattori: 1) la disposizione dei microfoni in registrazione (vattelapesca, come si farà a conoscerla!); 2) le dimensioni e la proprietà acustiche dell'ambiente di ascolto; 3) la posizione dell'ascoltatore nell'infamante luogo di audizione; 4) il diagramma polare degli altoparlanti adottati.

CORNELIO - Io abito al tropico del Capricorno...

DOCENTE - Questo si capisce subito guardandolo in faccia.

CORNELIO - Non m'interrompa, quindi i miei altoparlanti, per eccelsi che siano, avranno sempre diagrammi tropicali, non mai polari, senza contare che se anche abitassi ad un estremo dell'asse terrestre potrei permettermi il lusso del termosifone; non sono mica privo io!

DOCENTE - In ogni caso lei presenterebbe, scusi, il suo altoparlante presenterebbe un lobo centrale e due grandi corni laterali, che non potrebbe levarsi dalla testa.

CORNELIO - Grazie, continui.

DOCENTE - E' pratica comune, in registrazione piazzare i microfoni elegantemente scaglionati lungo i lati di un angolo col vertice nella testa dell'ascoltatore; vi assicuro che con quel vertice puntato a mò di Colt, l'uditore non protesta e trova il suono soddisfacentissimo. Il busillis sta in riproduzione: qui bisogna disporre gli altoparlanti in modo da formare rispetto all'ascoltatore lo stesso angolo vergognosamente sfruttato in registrazione. Poiché due angoli sono uguali quando hanno i lati paralleli, la cosa si riduce a un nonnulla: basta ottenere, con istanza il bollo, che il direttore dello « studio » di ripresa materializzi con lunghe aste di inox, uscenti dalle finestre e porte, i suddetti lati dell'angolo tra i microfoni; in una giornata di sole saranno visibili da casa vostra tali aste; con l'ausilio del sestante, del tacheometro e del teodolite potrete disporre alcuni spezzoni di binari tranviari parallelamente alle aste ed ecco che vi trovate in salotto il giusto angolo, che gli assi dei vostri diffusori devono formare. Avete la stragrande fortuna di avere in me un maestro sperimentatore, che non ha fatto altro che sperimentare per tutta la vita; orbene i risultati sperimentali dei miei esperimenti sono che l'angolo perseguito è compreso fra 30 e 45°. Voglio sperimentare anche la vostra perspicacia. Come dovete disporre gli altoparlanti sinistro e destro rispetto all'ascoltatore per avere un risultato soddisfacente? Pensateci bene prima di rispondere.

TUTTI GLI UDITORI - Disporli in modo che i loro assi formino un angolo di 30 ÷ 45° col vertice diretto al « coppino » dell'ascoltatore.

DOCENTE - Sono stupe nonché fatto! Siete meravigliosi! Però, andiamoci piano, la posizione opportuna per l'ascolto stereo non è solo entro

due linee convergenti a 30 o 45°. Se l'uditore si sposta nella stanza, l'effetto stereo non viene distrutto, ma solo alterato, allo stesso modo con cui si moltiplica il carattere del suono percepito da un individuo più o meno losco in una sala da concerto in una consociazione notturna (traduzione in italiano di « night club ») a seconda della sua posizione. Ciò che conta (per carità non dite « che se ne importa » spropositone di morandina memoria!) è che l'uditore si piazzi entro il campo di radiazione comune ai due altoparlanti; guardate la fig. 94, per favore, fatemi questo piacere, vi costa così poco accontentarmi! Ci sono personaggi altolocati che hanno la faccia tosta di assicurare che entro l'area tratteggiata di fig. 94, si percepisce la sensazione stereo, si tratta di avere autorità e si sa che le autorità godono dell'incolumità parlamentare. Attenzione però che se l'ascoltatore nato per la mia dannazione, rincula fino formare un angolo di pochi gradi con gli altoparlanti, oltre a perdere l'effetto stereo, batte una poderosa sederata contro il muro retrostante e se ne ricorderà per un pezzo. Per i craponi più duri, dirò che aumentando la distanza di ascolto rispetto agli altoparlanti i suoni provenienti da questi tendono a fondersi come se fossero generati da una sola sorgente, anziché da due sorgenti batteriologicamente pure. La spaziatura migliore fra gli altoparlanti dipende dalle dimensioni del locale di ascolto, e nel caso di anziché lungo una corta. Per fissare le strampalate idee, inzucchialocale rettangolare, anche dalla postazione lungo una parete lunga, moci su di un ambiente rettangolare, o su di una parte rettangolare di un ambiente per il resto foggiato a colon ascendente, trasverso e discendente.

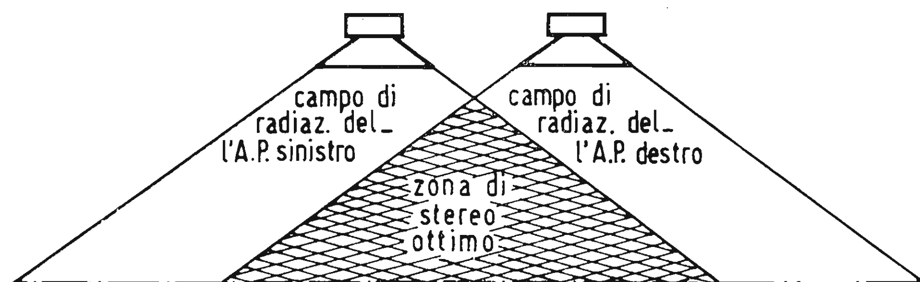


Fig. 94 - Per beneficiare dell'effetto stereo, l'ascoltatore deve piazzarsi nell'area di radiazione comune dei due altoparlanti (zona ombreggiata).

Tale disposizione non è sempre possibile per la presenza di porte o finestre o per ragioni di arredamento. Se l'ambiente è piccolo, il suono riflesso dalla parete di fronte agli altoparlanti tende a combinarsi con quello diretto, rinforzandolo per certe frequenze e cancellandolo per certe altre, con il risultato di una curva di risposta oscenamente sconquassata.

Voi mi chiederete (ma non lo fate, perché di aquilini avete solo il naso) quali frequenze vengono esaltate e quali sacrificate; vi risponderò che ciò dipende dalla distanza fra la parete riflettente e gli altoparlanti.

FRÀ CRISTOFORO - La cosa non turba il pensiero, perché chi si esalta sarà umiliato e chi si umilia sarà esaltato; davanti a Dio tutte le frequenze sono uguali.

DOCENTE - Davanti a Dio può darsi, ma davanti a un muro le cose vanno come la giustizia, che si va cianciando sia uguale per tutti. Basta però stendere un funereo drappo sulla parete manifestante e l'effetto deleterio è sotterrato per 9/10. Quando gli altoparlanti sono accostati alla parete breve, conviene distanziarli il più possibile l'uno dall'altro, perché così l'angolo dal quale l'ascoltatore ascolta (non può fare altro che ascoltare) per quanto sia andato a ficcarsi lontano, è abbastanza

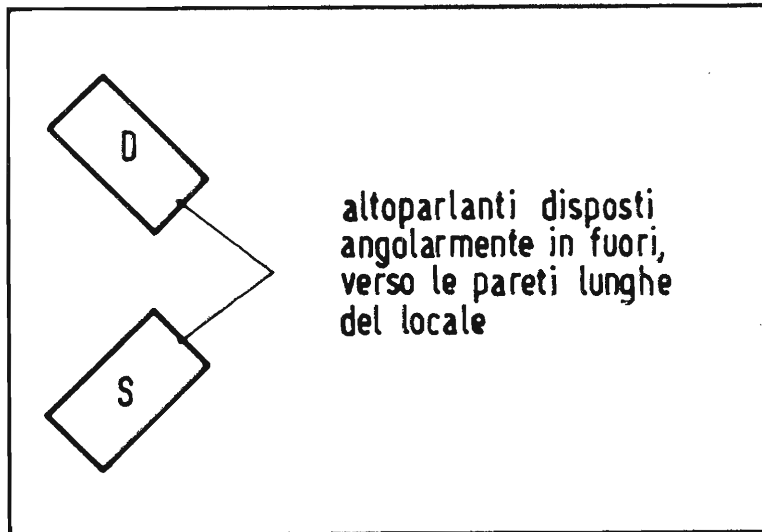


Fig. 95 - Metodo di compensazione della eccessiva vicinanza degli altoparlanti.

grande. Ma non bisogna esagerare, perché se la spaziatura supera il raggio terrestre, si riduce l'area entro il diagramma di radiazione comune dei due fini dicitori e con essi si riduce la zona della stanza utile per l'audizione stereo. Peccato che l'altoparlante sferico sia già stato inventato altrimenti pensate che trovata da Archimede Pitagorico sarebbe proponendo l'altoparlante con diagramma di 360°!
Se vi salta il ticchio di piazzare i diffusori (vedete come spremo le meningi per escogitare sinonimi di altoparlanti) lungo la parete lunga, non metteteli troppo lontani tra loro, altrimenti sacrifichereste (senza possibilità di esaltazione nel regno dei cieli) la porzione comune dei due diagrammi di radiazione e quel che è peggio creereste un orrido « buco » al centro, di cui già ebbi occasione di parlare in altra lezione.
UNA SUFFRAGETTA - Io ero assente, di che buco centrale vuol parlare? Badi che sono membro dell'Esercito della salvezza. Oh bianco fiore...
DOCENTE - Maliziosetta! Voglio accennare all'apparente deficienza di suono lungo l'asse tra i due scassatori di timpani (altro sinonimo, forse il più adeguato).
SUFFRAGETTA - Deficiente sarà lei, il suono non può essere minorato mentale... Simbol d'amore, con te la pace che sospira il cor!
DOCENTE - C'è spesso qualche dannato motivo per dover avvicinare i due cosi urlanti fino a restringere l'angolo verso l'ascoltatore, come

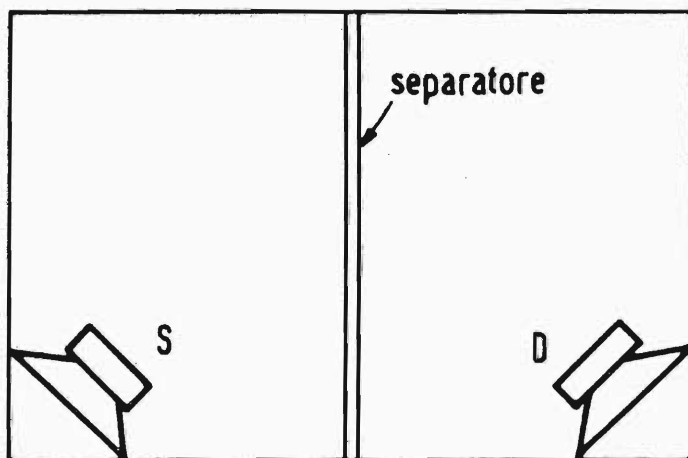


Fig. 96 - Come disporre gli altoparlanti stereo S e D in un solo mobile.

le budella di un impiegato statale. Che ti combina l'illimitata genialità dell'audio tecnico in tale frangente? Ti spiattella sui due piedi (di solito il tecnico è bipede, ma non mancano esempi di tre piedi) la fig. 95 che illustra un metodo di compensazione per angolazione degli altoparlanti (meglio questo vocabolo, che un sinonimo bislacco come l'ultimo da me usato). Si pretende (ma si tratta di suggestione collettiva) che questo accorgimento conduca a risultati stereo superbiosi. Quel genio di Pertichino, alla vista della fig. 95, ha inventato la fig. 96 e ha ficcato entrambi le sorgenti di fracasso entro ad uno stesso mobile, da lui stesso costruito (per cui diceva di essersi fatto l'automomile) dove le fiancate erano apribili dando luogo alla fuoriuscita delle mandrie sonore sinistra e destra sfasate di 180°, ciò equivale a spingere la temerarietà dell'angolazione oltre i limiti della ragione. Verò è che il Pertichino apre solo parzialmente gli sportelli laterali, per cui il suono sguscia a un cipresso, pardon, dipresso come in fig. 95. Dalla parva favilla di fig. 95 scaturiscono mostruose forme di diffusori, che ricordano i grandi sauri del paleolitico.

2. La disposizione angolare

DOCENTE - Ed ora, due parole sulla disposizione angolare. E' questo un argomento che ha fatto accapigliare i tecnici del suono stereo. Sentite queste grida e « suon di man con elle »? Sono loro che si accapigliano ancora.
Finché si parla di riproduzione monofonica, transeat, per una quantità di ragioni, spesso il disporre gli altoparlanti agli angoli del locale è spesso la cosa meno stravagante. Eccone qualcuna: basta un diagramma polare di solo 90° per servire tutto l'ambiente; l'angolo delle pareti rinforza le frequenze basse agendo come una tromba (quelle delle scale qui non serve); l'altoparlante non ha un muro dirimpettaio, per cui si può fare marameo al corrucciante problema delle onde rinforzate o cancellate. Per lo stereo, la bilancia pende dalla parte dei « contro », mentre il piattello dei « pro » si porta in posizione alquanto elevata. Si arriva a dire, le male lingue non moriranno mai!, che gli altoparlanti d'angolo tendono a concentrare l'effetto stereo in una piccola zona, grande come un 5 lire; la fig. 97 è stata messa in circolazione dai denigratori, puramente per malvagità, ma intanto tutti ci rimuginano sopra (questo è un potente « contro »). D'altro canto, la posizione angolare fa sì che virtualmente l'intero locale è compreso nel diagramma di radiazione di entrambi gli altoparlanti (questo è un « pro » peso mosca); a sostegno di questa tesi, qualcuno

ha disegnato in fig. 97 le tre linee a punto e tratto, che definiscono il diagramma polare risultante. Dall'accapigliamento che i tecnici si scambiano senza soluzione di continuità, si arguisce che non è agevole affermare quale dei due argomenti suddetti sia il più valido, perché l'esito dipende dall'ambiente dove stanno gli altoparlanti, dalla disposizione di mobili e suppellettili e dal diagramma di radiazione di ciascuno di essi. Per dirne una, se la stanza ha pareti e pavimento sguaiatamente riflettenti, le frequenze medie ed alte tendono a spaziare e l'effetto stereo ne approfitta per diffondersi nel locale. Il mio poderoso parere circa la localizzazione dell'effetto stereo (guardate ancora la fig. 97, così l'ammortizzo un poco; dico io non metto mica lì una figura per guardarla una volta sola e poi buttarla via!) è che alle alte frequenze il diagramma di radiazione s'intristisce raggrinzandosi in un « fascio » di suono... Per uscire da questo fascio sonoro, si ritiene utile disporre gli altoparlanti delle note cntrali (mid-range squawker)

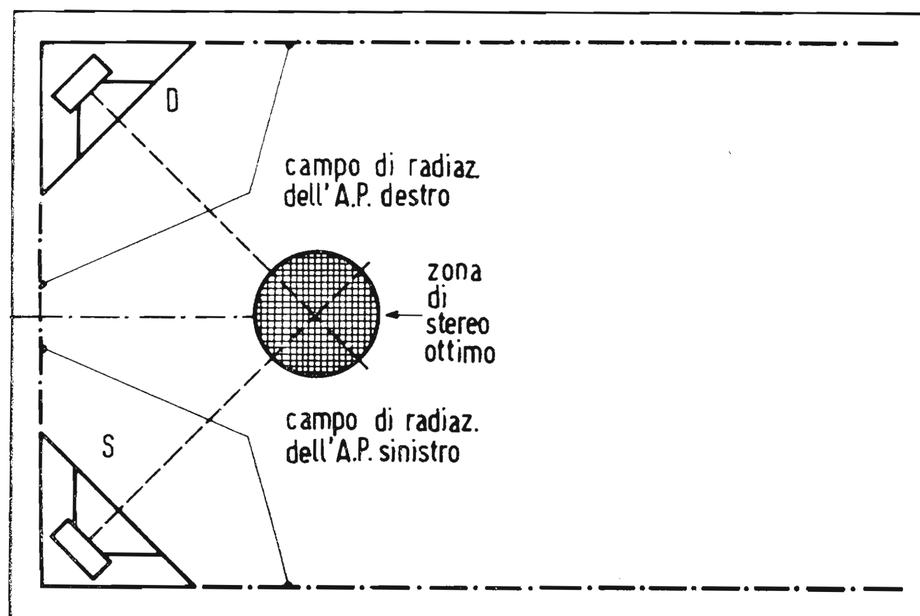


Fig. 97 - Gli altoparlanti disposti negli angoli restringono la zona di percezione dell'effetto stereo.
Le linee e i punti e tratti definiscono i campi di radiazione degli altoparlanti S e D con i quali si copre tutta la stanza.

e degli acuti (tweeter) nel contenitore, lungo una parete, lato dell'angolo retto, in modo che guardino avanti nel senso della lunghezza della stanza, come in fig. 98, anziché d'angolo come gli altoparlanti dei bassi (woofer). Le note basse sparate dai woofer non contribuiscono all'effetto stereo, perché non sono per niente direzionali, almeno fintanto che si considera la direzionalità. La dabbenaggine dei fabbricanti di diffusori acustici è infinita, quasi come la bontà divina, e ti sgnacca tutti gli altoparlanti, maschi e femmine, disposti sullo stesso piano del mobile triangolare, invece di piazzare quelli medi e acuti lungo un lato. Con simile immorale promiscuità, non è possibile orientare questi ultimi due tipi di altoparlanti parallelamente ad una parete. A estremi mali, estremi rimedi: si prendono con la violenza gli squawker e i tweeter, si strappano dal contenitore indegno e si montano separatamente in eleganti cassettine mollemente sovrapposte all'arci-

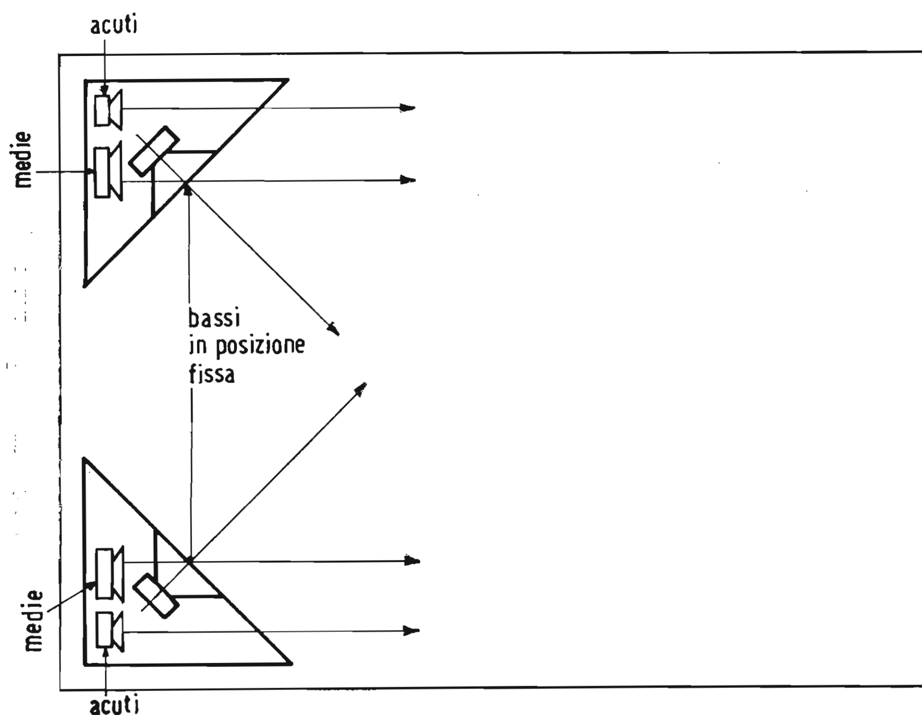
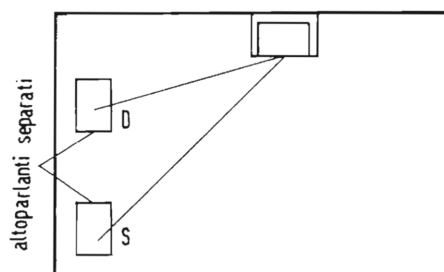
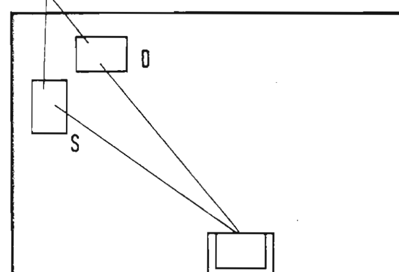


Fig. 98 - Riorientazione degli altoparlanti delle note medie e acute per migliorare l'effetto stereo, quando si usano altoparlanti d'angolo. La riorientazione può richiedere l'asportazione degli altoparlanti dal diffusore originale.





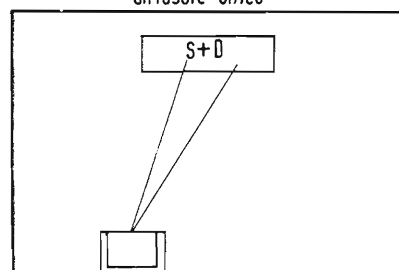


Fig. 99 - Diversi modi di disporre gli altoparlanti a) e b). I sistemi di altoparlanti destro e sinistro sono separati - c) tutti gli altoparlanti sono contenuti in mobile unico.

gno mobile angolare; si ha così il mezzo di orientarli come meglio aggrada (anche fuori dalla finestra). State a sentire a quale colmo può arrivare l'idiozia degli audiotecnici: si osa affermare che con la disposizione di fig. 98, un ascoltatore accostato ad una parete laterale (non si accorge nemmeno che si sporca di bianco il giacchettino!) gioisce per la sensazione stereo che prova, anche se in realtà riceve quasi tutto il suono da uno dei sistemi di altoparlanti e quasi niente dall'altro sistema; proprio per la sua scipita posizione. Come si spiega? Veramente non si spiega affatto, o si trova la spiegazione, dopo accurate indagini nei nosocomii ,nel fatto che quell'uditore è pazzo. Pazzi sono anche quelli che dicono che la percezione stereo in quel caso è dovuta alla ricezione della distribuzione totale del contenuto di alte frequenze del programma musicale e riprodotto. Precipitando rovinosamente per questa impervia china, si perviene alla conclusione che la percezione stereo può essere raggiunta ricevendo due versioni dello stesso suono, da sinistra e da destra, come per un ascoltatore al centro fra i due sistemi di altoparlanti, quando però i transitori siano efficacemente riprodotti, perché essi danno al suono il suo vero carattere. Siccome per la riproduzione dei transienti occorrono le armonichissime superiori, è quasi chiaro che l'ascoltatore, che insiste a strofinarsi la giacca su di una parete lunga, riesce a percepire le alte frequenze quando gli squawker e i tweeter sono rivolti come in fig. 98.

3. Consigli pratici

DOCENTE - Quanto vi ho detto non ha la pretesa di esaurire l'argomento della disposizione degli altoparlanti stereo. Anzi, le mie chiacchiere cadono in difetto in varie circostanze. Pensate ad es. che non ci sono due camere acusticamente uguali, anche se geometricamente simili, un sistema di altoparlanti che è il non plus ultra per un locale, può essere classificato catorcio se posto in altro locale. L'acustica è influenzata (e non serve né l'aspirina, né il coricidin) dall'arredamento ambientale, dalla disposizione di porte e finestre, dall'altezza del soffitto, dal materiale costituente le pareti, il pavimento e il soffitto e... (basta, mi manca il fiato). Non ci rimane che affidarci alla sperimentazione, fiaccola infallibile. Ma sorge subito una difficoltà: provate a sperimentare con la disposizione e la distanza dei due sistemi di altoparlanti e vi accorgerete subito che non sapete che pesci pigliare. Una piccola consolazione vi può derivare dalla disponibilità sul mercato di sistemi di altoparlanti di alta qualità montati in piccoli contenitori,

che facilitano l'arduo compito dello stereofilo, in quanto non richiedono una benna elettromagnetica di alcuni megawatt per il loro spostamento. Un sistema di altoparlanti stereo per bene dovrebbe essere formato da un woofer in contenitore suo proprio e dal midrange-tweeter non montati sullo stesso pannello frontale del diffusore dei bassi, ma su di un telaio apposito proditoriamente costretto ad entrare in un mobiletto che certo non gli va largo, in modo da poterli orientare nella direzione desiderata. Togliete allora le briglie alla fantasia e abbandonatevi alle orgiastiche configurazioni dettate da Tiberio, Vitellio e Lucullo e riportate in fig. 99.

4. La qualità degli altoparlanti

Quanti rivenditori di stereo ho visto segnarsi con un gomito, spiccare salti da locusta ubriaca, abbandonarsi a degradanti tresconi, proprio per l'avvento dello stereo! Il perché di tanta insana gioia? Eccolo: quei rivenditori erano convinti che l'illusione stereo ipnotizzasse il compratore al punto di fargli ammettere in carta bollata che la distorsione, la disuniformità della risposta in frequenza, la mancanza di bassi e acuti e mille altre nefandezze acustiche, rendevano il suono magnificamente reale, gradevole e seducente come non mai.
Simile scema diceria acquistò credito appo le masse popolari Poi, qualche guasta feste scappò fuori a dire che era vero tutto il contrario, e cioè che per lo stereo occorrono altoparlanti di alta qualità, non meno che per la monofonia. Ebbe l'arrogante sfacciataggine di affermare: « Ci rifiutiamo di credere alle criminali dicerie messe in circolazione da loschi individui privi di scrupoli, secondo le quali lo stereo eliminerebbe fiere distorsioni riscontrabili nei più gialli dei polizieschi. Noi neghiamo peretentoriamente che ciò abbia un minimo di fondamento. Né basta a giustificare i mistificatori, il fatto che la bellezza recata dallo stereo alla riproduzione sonora, faccia dimenticare molti inconvenienti del tipo citato, che però sono presenti e procurano un ascolto penoso, uno sforzo auditivo penoso sviluppato dal subcosciente, tale quale come nel caso di audizione monofonica di qualità spregevole. La sola differenza sta nel « tempo d'incubazione del morbo » queste provocatorie asserzioni sono di un organizzatore di destra extraparlamentare appartenente al « covo » della James B. Lansing Sound Inc.
Nulla di più vero che quando la lepre è in piedi, tutti i cani la rincorrono. A quella voce fece eco un'altra levatasi da un gruppuscolo prezzolato dalla Bozak Sales Company, state a sentire; « L'importanza

di altoparlanti di alta qualità è la stessa in stereofonia e in monofonia. La qualità non è però definita solo dal prezzo; l'inquirente deve oculatamente scegliere gli altoparlanti che meglio si adattino al suo gusto auditivo (ma esistono altoparlanti tanto strampalati? Nota del Docente) e alla particolare acustica del suo locale di ascolto ». Sappiamo che un ambiente provvisto di pesanti drappeggi, di potenti tappeti e di arredamenti asfissianti, tende ad assorbire le alte frequenze, quindi, in tal caso, si deve ricorrere ad altoparlanti, che esaltino gli acuti. Sempre da parte del neo neronismo, si afferma che i sistemi di urlatori elettrodinamici, che ripartiscono lo spettro sonoro in 3 o 4 altoparlanti, non sempre producono il miglior suono stereo. In siffatti sistemi, le distanze fra le unità strepitanti può essere di alcuni decimetri, o putacaso di qualche metro. Questa condizione può risultare salutare in monofonia, poiché fornisce l'impressione di una sorgente sonora assai estesa, in stereofonia occorre che le sorgenti sinistra e destra siano concentrate, ben focalizzate e non sparpagliate. Dalle vostre grinte, capisco che non avete inteso niente, e allora vi dico che ciascun

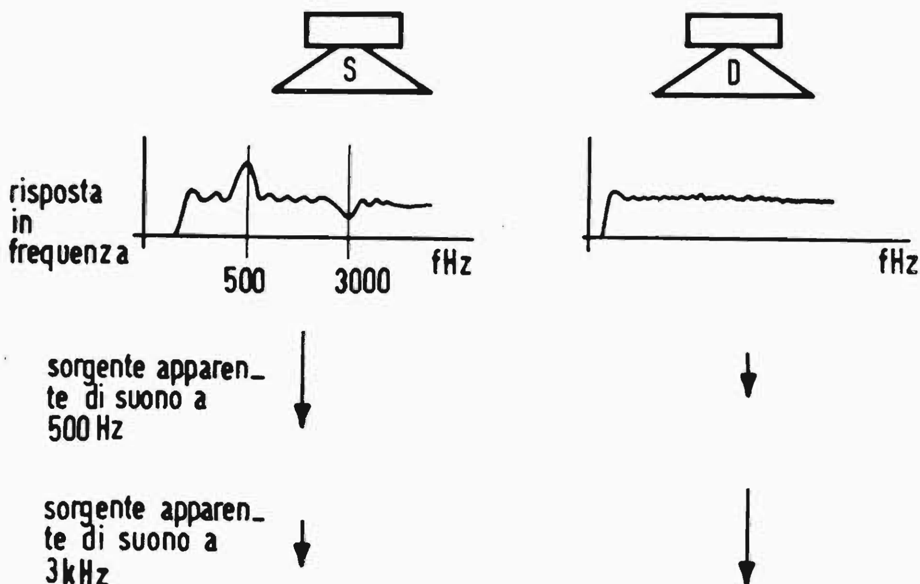


Fig. 100 - Il suono sembra spostarsi da sinistra a destra e viceversa quando si usano altoparlanti disadattati.

sistema di altoparlanti deve fornire un suono « integrato » anziché diffuso, tali che in stereofonia (due o più complessi di altoparlanti) creino l'illusione della distribuzione spaziale.

DON SPIRIDIONE - Una brevissima sosta gioverà a tutti. Appartengo alla squadra del buon costume, attacco furtivamente nottetempo sulle cantonate cittadine quei vistosi sani avvisi, che suonano « Ricordati sempre che Dio ti ama », sono membro del comitato antiblasfemo e antiturpiloquio, quindi non posso ammettere che colui che monta in cattedra si abbandoni a pronunciare con voce da Stentore certe parolacce che mettono i brividi. Proprio così; lei ha designato taluni altoparlanti con un appellativo consanguineo con la bestemmia. Ritiri la parolaccia e faccia pubblica ammenda, poi reciti con me il « Gesù d'amor acceso ».

DOCENTE - Frugo nelle pieghe della memoria per ricercare il vocabolo che ha provocato la sua immacolata indignazione. Mi pare di aver parlato di Woofer...

DON SPIRIDIONE - transeat

DOCENTE - di tweeter...

DON SPIRIDIONE - transeat...

DOCENTE - di squaw...

DON SPIRIDIONE - Zitto là, frena la bestemmia, che sale diabolicamente al tuo labbro. Questo allucinante appellativo ricorda le mogli di Cocise e Cavallo folle. Che c'entrano, domando e dico, con la stereofonia?

DOCENTE - Reverendo, lei è in errore. Si chiamano « Squawker » gli altoparlanti per le note centrali; è sinonimo di « mid range » cioè di « campo delle frequenze medie ». Davanti ai numi e agli uomini né vil, né reo mi sento. Osava affermarlo Radames, che pure rivelò di guerra l'alto segreto; se proferse il labbro incauto fatal parola, credo che dopo la spiegazione, il sorriso possa rifiorire sui nostri labrucci oranti.

DON SPIRIDIONE - Per ora zittisco, ma mi riservo d'interpellare il Santo Uffizio.

DOCENTE - (fra sé) Non potrebbe requiescere in pace costui?

5. L'adattamento degli altoparlanti

DOCENTE - Abbordiamo un argomento a lungo miriametraggio: l'adattamento degli altoparlanti. La costernazione generale, che sbianca i vostri volti è garanzia dell'interesse suscitato dal mio annuncio. E' convinzione interplanetaria che per godere pienamente della stereofonia siano necessari sistemi di altoparlanti correttamente adattati. Tuttavia qualche voce isolata e velenosetta anzichenò sorge qua e là, subito

soffocata dai Golia dell'audio: « Noi (maiestatico) diamo grande importanza all'uso di altoparlanti adattati essenzialmente perché ciò rappresenta un poderoso fattore per la generazione di un buon centro sonoro ». Questo è di una evidenza nauseante, perché il suono, che pare (ma non è vero) emanare dal centro si produce quando le due sorgenti sono perfettamente bilanciate. Il bilanciamento non deve essere solo in intensità, ma deve essere per ogni singola frequenza ». Vi invito a meditare a digiuno su quest'ultimo aforisma.
Ancora: « Nella vera riproduzione stereo, il subcosciente ci ammonisce che si può ottenere una buona sensazione solo con apparati di altoparlanti scrupolosamente adattati. Se è vero che un complesso di altoparlanti può riprodurre meglio gli ottoni, mentre l'altro complesso si è specializzato a rendere perfettamente i bassi degli archi (viole, violoncelli, contrabbassi), è anche vero che quando il tecnico, che fa la registrazione pensa alla morosa invece che a detta possibilità combinatoria, alcuni programmi musicali riusciranno riprodotti in modo eccelso, mentre altri (quasi tutti) provocheranno conati di vomito, crisi epatiche, infarti etc. Non sono parole mie, ma da pezzi grossi così dell'audiotecnica. Un pezzo più grosso di tutti dichiara, senza arrossire, che l'adattamento non è solo una questione di acquistare altoparlanti della stessa marca e del medesimo modello, ma che esso trova la sua scaturigine nella scelta di unità di identiche caratteristiche, alla stessa stregua che si acquista una coppia di tubi o di transistori selezionati per costituire uno stadio amplificatore di potenza in controfase. Un altro esperto, d'ingombro impressionante, non esita a dimostrare pubblicamente il grado superlativo della sua aberrazione mentale affermando ch'egli percepisce le variazioni dell'effetto stereo quando cambia gli altoparlanti, anche se sono dello stesso modello e della stessa marca, a parità di ogni altra condizione ben inteso. Dica signor Taumante.

TAUMANTE - Questo discorso è fatto per mettere in fuga i potenziali acquirenti. Mi dice come può uno sciagurato provare qualche centinaio di altoparlanti per pescarne fuori due che siano assolutamente uguali? Inoltre, parlando di adattamento vuol alludere a che pure fra gli altoparlanti c'è il grave problema sociale dei disadattati, come ad esempio i laureati fabbricati con la rotativa e che non trovano posto neppure come netturbini?

DOCENTE - Nutro anch'io fieri dubbi che l'acquirente abbia la possibilità di fare una tale cernita. Suggerisco un rimedio di fondata efficacia. L'utente deve acquistare sistemi di altoparlanti di alta qualità, con severe tolleranze di fabbricazione, approvati dalle autorità come

rispondenti alle stringenti norme internazionali di collaudo, per cui presentano garanzia di uniformità tra le unità della stessa produzione.

TAUMANTE - Ma allora perché il suo amico, dalla circonferenza equatoriale tipo globo terrestre, riesce a percepire le menzionate differenze?

DOCENTE - Il motivo risiede nel fatto che quel mastodonte audiofilo era scozzese israelita e non voleva spendere molto per gli altoparlanti. Quanto al problema dei disadattati, esiste effettivamente anche nella comunità dei diffusori acustici, che hanno molte cose in comune con gli esseri umani. Per es. la mia suocera è molto simile ad una woofer di 45 cm di diametro (quella però non ha nulla in comune con gli esseri umani). Comunque il disadattamento degli altoparlanti non sta solo nelle differenti loro caratteristiche, ma anche nei riguardi dell'impedenza, che deve adattarsi a quella di uscita dell'amplificatore di potenza. Qui il discorso si farebbe talmente involuto che né voi, né i vostri clienti potrebbero capirci neppure il proverbiale cavolo.

TAUMANTE - Quali sono le voci isolate velenosette alle quali ha dianzi accennato?

DOCENTE - Un potente esempio valga per tutti. Nel bollettino tecnico N. 1 delle Electro-Voice si può leggere: « Non sono necessari altoparlanti identici; basta che siano buoni; ubbidienti e studiosi...

E' inutile dire che la resa degli acuti deve essere di uguale qualità per entrambi gli altoparlanti destro e sinistro, ma anche se è un poco diversa, non ce ne frega proprio niente ». E' pensabile che parlando di eguale qualità, i fabbricanti si riferiscano a certi fattori come l'uniformità della risposta, la distorsione, il campo di radiazione e stop. Se i sistemi di altoparlanti sono disadattati in termini di risposta in frequenza, si può avere l'impressione proditoria che alcuni suoni migrino da sinistra e destra e viceversa. Abbiate la compiacenza di osservare la fig. 100. Supponiamo che l'altoparlante destro abbia una risposta in frequenza abbastanza uniforme, mentre quello di sinistra (senza accenni politici) presenti un picco di risposta intorno a 500 Hz e un avvallamento di circa 3 kHz. Siccome il supporre non paga l'IVA, seguitiamo a supporre che un violino emetta con caparbia insistenza una dominante proprio a 500 Hz, formuliamo l'ulteriore ipotesi che il suono provenga da destra perché il violinista si è piazzato proprio davanti al microfono destro. La nota di 500 Hz viene riprodotta con grande intensità dall'altoparlante sinistro, per cui il suono sembra provenire, per questa frequenza, essenzialmente da sinistra, mentre era stato emesso a destra. Per frequenze maggiori o minori di 500 Hz il violino pare ritornare a destra. Ma quando arrivano a 3000 Hz di un altro strumento musicale situato di fronte al microfono sinistro, data l'inca-

pacità dell'altoparlante sinistro a riprodurre questa frequenza, il nuovo strumento sembra portarsi a destra. In altre parole, adatte anche alle scarse facoltà di comprendonio del signor Taumante, se un alto parlante (per es. il destro) esalta una certa frequenza, il suono corrispondente sembra venire da esso anche se emesso originariamente a sinistra; per contro, se l'altoparlante destro attenua una certa altra frequenza, il suono corrispondente sembra venire da sinistra anche se emesso originariamente a destra.

6. La Fasatura

Per quei fortunati che non hanno preoccupazioni di come sbarcare il lunario e che si crucciano felicemente con la stereofonia, dirò che per usufruire completamente dell'effetto stereo non basta che un suono venga da dritta e l'altro da manca, ma si richiede anche un suono centrale e che si verifichino parziali cancellazioni di suono. C'è un segreto per ottenere tutto ciò ed io ve lo squaderno (verbo usato da Dante, ma non ha proposito dello stereo): bisogna che i due sistemi di altoparlanti lavorino in fase. In conseguenza, bisogna provvedere un mezzo per invertire la fase di uno dei due sistemi, nella deprecata eventualità che irradiasse in opposizione di fase. Alcuni amplificatori stereo sono provvisti di un invertitore ad hoc.

GALBUSERA - Ma se è « a tocc » non può funzionare, bisognerà prima ripararlo »!

DOCENTE - La stoccata è avvertibile dai lombardi; sappiamo tutti che

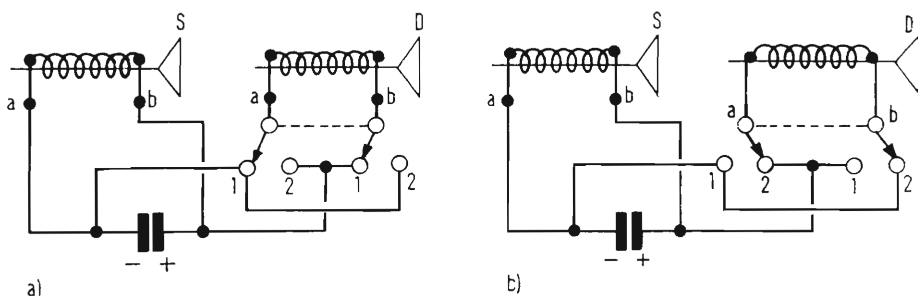


Fig. 101 - A) commutatore in posizione I; S si sposta in dietro, D si sposta avanti; altoparlanti in opposizione di fase.
B) Commutatore in posizione 2; S e D si spostano entrambi indietro; altoparlanti in fase.

« a tocc » per il signor Galbusera significa « a tocchi » cioè « a pezzi », mentre « ad hoc »...

TREMOLADA - Vuol dire: per le oche.

DOCENTE - Non precisamente; io propendo per il significato di « apposito »; cioè di « invertitore previsto appositamente per raggiungere lo scopo della messa in fase ». Se non si dispone di un amplificatore così dotato, non è difficile inserire sulla linea tra un amplificatore e il suo sistema di altoparlanti un commutatore come quello di fig. 84, già illustrata nei tempi andati. L'astuzia da sfruttare è la seguente: si alimenta lo stesso segnale a entrambi i sistemi di altoparlanti a eguali livelli, poi ci si piazza sull'asse fra i due sistemi, se il suono sembra provenire dal centro, vuol dire che è la fase giusta. Se invece la fase è errata, il suono sembra avere un 'origine indefinita.
Molti altoparlanti previsti per lo stereo, portano l'indicazione della polarità. C'è un modo semplicissimo di controllare ed eventualmente correggere la fasatura: si connette una piletta a ciascun altoparlante, le membrane dei due altoparlanti devono muoversi entrambe in avanti o entrambe indietro se la fase è giusta; se invece si muovono in sensi opposti, significa che la fase è sbagliata; basta allora scambiare i terminali di un altoparlante per invertirne la fase e riportarla uguale a quella dell'altro.

CONFUCIO - Ripeto ciò che dissi 2500 anni fa; vale di più un quadro che 1000 parole per illustrare un oggetto. Io di pilette e membrane non m'intendo troppo, però se mi fa una figurina...

DOCENTE - La fig. 101 è quello che fa per lei, si potrebbe intitolare « fasatura con la pila ». Con il commutatore in posizione 1 (fig. 101 A) i terminali *a* di entrambi gli altoparlanti S e D ricevono la polarità —, i terminali *b* ricevono entrambi la polarità +; in queste condizioni, il cono di S si sposta indietro, mentre il cono D si proietta in avanti; ciò significa che S e D sono in opposizione di fase. Basta allora spostare il commutatore in posizione 2 per ottenere la corretta fasatura. Infatti, i terminali *a* e *b* di S ricevono le stesse polarità di fig. 101 A, mentre (v. fig. 101 B) si è operata l'inversione dei terminali di D; il suo terminale *a* riceve il +, mentre il suo terminale *b* riceve ora il —. Se in A) il cono di D si sposta in avanti, adesso in B), con le polartià invertite, non gli resta altro da fare che spostarsi all'indietro, cioè effettua lo stesso movimento del cono S, il che è quanto dire che S e D cono in fase.

CONFUCIO - Incredibile ma vero, per la prima volta sono riuscito a capire qualche cosa. Comunque, vede che la mia teoria della visualizzazione figurata è veramente valida?

DOCENTE - Ju jitsu, judo e karatè! Andiamo avanti. Doccia fredda per il signor Confucio, che non ha esitato a prestare fede alla prova della piletta. Se per accidente, uno dei canali fosse momentaneamente sfasato, anche l'altoparlante sarebbe fuori fase, ma non per colpa sua. Se gli amplificatori non sono uguali, è certo che sono diversi, e se la diversità sta nel numero di stadi, anche se ai loro ingressi sono applicati segnali in fase, i segnali di uscita saranno sfasati di 180°. In tal caso bisogna correggere la fase di uno degli altoparlanti per riportare i suoni in fase, contraddicendo sfacciatamente alla prova con la piletta. Non è finita: quando si applicano i segnali in fase agli altoparlanti S e D, si può verificare il caso di ottenere migliori risultati invertendo le connessioni di un altoparlante! Questo sì che è un bell'imbroglio! Se guardate ancora la fig. 99 a) e b) dove gli altoparlanti sono a distanze sensibili tra loro, non ci metterete molto ad arguire che certe frequenze arrivano all'ascoltatore con fasi diverse da S e da D, perché le onde sonore devono percorrere cammini di lunghezze diverse. Quali siano le frequenze interessate, dipende dalla distanza dell'auditore da S e da D. L'unico consiglio che vi posso dare in simile congiuntura è di affidarvi all'esperienza, cioè di provare in pratica se è meglio o peggio avere gli altoparlanti in fase, ovvero in opposizione. Attenzione però che se l'effetto migliore si ottiene con lo sfasamento di 180° (cioè con l'inversione di uno degli altoparlanti), ciò è vero limitatamente ad una piccola zona dell'ambiente di ascolto.

7. Il livello degli altoparlanti

DOCENTE - Spesso in monofonia, l'alta fedeltà viene scambiata con un bombardamento a tappeto, che ti fracassa chiocciole, incudini, martelli e altri ossicini aurali, nonché le membrane dei timpani, che sanguinano più che bistecche. Il rovinoso frastuono è diabolicamente ottenuto con strapotenti amplificatori e alcune dozzine di casse acustiche stipate di rombanti woofer, assordanti squawker e stridentissimi tweeter. Lo scopo dei formidabili livelli di potenze oggi in uso è di frastornare l'uditore in modo tale di togliergli la facoltà di giudicare, di formulare un'idea propria; schiacciarlo insomma, così che rimanga come inebetito col labbro inferiore penzoloni e fargli l'indomani affermare: « quando ho sentito quell'impianto sonoro sono rimasto a bocca aperta », davanti al Commissario di P.S. dove il vicinato l'ha fatto trasportare dalla Volante come fracassone, dinamitardo. Voi siete soliti dire ai vostri clienti che il forte volume dà la sensazione

della realtà, perché porta tutti i suoni ben al di sopra dei rumori ambientali, definisce ciascun strumento con la propria voce, bilancia i bassi con le altre frequenze acustiche (per forza! con la saturazione auditiva che provoca, tutti i suoni sono ugualmente oltre la soglia del dolore) e, dannata vostra malizia, aggiunge pure un pizzico di riverberazione all'ambiente di ascolto. In stereofonia, si discute intorno al livello sonoro più conveniente; la maggioranza dei probiviri si schiera per un livello di riproduzione pari a quello del suono originale. Sembra poca cosa; se si tratta di un solista strumentale lo è in realtà, ma pensate di trasferire una grande orchestra sinfonica, tipo NBC, Teatro alla Scala, Filarmonica di Vienna etc, nel vostro salotto di 3 x 4 m, naturalmente corredata dell'impianto di rinforzo, e poi ditemi se le modeste bolgette dantesche non vi sorridono come oasi di tranquillità.

Ma i viri probi sono sempre più in numero decrescente e ormai sono più uniche che rare le voci che dicono: « un vantaggio della stereofonia rispetto alla monofonia è che l'intensità sonora non è critica per una piacevole riproduzione; perciò lo stereo non ha bisogno di essere riprodotto tanto intensamente quanto la monofonia per provare una totale soddisfazione musicale ». Questo residuo di ragionevolezza milita appo la Bozak.

Un coro di Alichini, Malacode, Farfarelli rubicanti e pazzi insorge contestando l'ultimo asserto e strepita con tutto il fiato dei potenti gozzi che non è affatto vero che i bassi livelli sonori simulino bene la realtà, che si fa bene in monofonia a riprodurre con livello ben superiore al suono originale; che l'effetto stereo è completo quando arriva ai « bum bum » che si tenta di generare negli impianti sonori elevando il livello di riproduzione; che la maggior parte degli ascoltatori affermano che ai bassi volumi svanisce la qualità realistica molto più rapidamente in stereo che in monofonia; che (questo è l'ultimo « che ») alcune registrazioni stereo di opere sinfoniche sembrano molto simili a programmi monocanali finché vengono riprodotte con intensità molto forti, quindi l'orchestra si manifesta pienamente con un effetto magnificamente strepitoso. Se con il diavol l'angiolin contrasta, vince il demòn e cherubin non basta; è così che oggidì spuntano ovunque fior di amplificatori con potenze di 2 x 100 watt, 2 x 270 wtt, 2 x 350 watt. In confidenza la vera ragione di adottare sì mastodontiche potenze è di assicurare che a 4 o 5 W che si useranno nel normale funzionamento, non ci siano distorsioni armoniche, d'intermodulazione, né siano avvertibili catastrofici effetti apportati da tutte quelle corbellerie che vanno sotto i nomi di regolazione fisiologica del volume; incroci di altoparlanti in gamme frazionatissime; super tweeter che riprodu-

cono ogni sorta di fischi, sibili e fruscii e rumori di bassofondo degli amplificatori; filtri select sound; correttori elaboratissimi di tono; limitatori di disturbi; voglio dire che un amplificatore da 2 x 500 W fatto suonare a 2 x 3 W è una pacchia; ci sta dentro tutto, anche le fesserie delle teorie più avanzate. Vuol dire qualcosa signor Agapito?

AGAPITO - Ciò mi conforta, perché alcunché di molto simile avviene nelle costruzioni di edifici. Quando calcolo la sezione di un pilastro portante, moltiplico il risultato almeno per 5, così ci « stanno dentro », come dice lei, tutti i guai suggeriti dalla teoria della elasticità e spero che il pilastro reggerà al carico ad onta dell'applicazione della statica grafica, dell'elisse d'inerzia del tensore degli sforzi e delle deformazioni.

DOCENTE - Bravissimo signor Agapito!

Lei fa molto bene ad adottare un fattore di sicurezza pari a 5; in stereofonia il fattore è 100 : 1.

Proseguiamo. Se in monofonia l'equilibrio fra i livelli del woofer e del tweeter è soddisfacente, può non esserlo in stereofonia; si dà il caso che un livello più alto degli acuti aggiunga fascino alla riproduzione. Ciò può avvenire con altoparlanti angolati, per cui le alte frequenze vanno a sbattere violentemente contro un muro invece di raggiungere l'orecchio dell'orecchiuto uditore.

A questo proposito vi riferisco la seguente panzana dovuta alla sagacia di un mago della Electro Voice:

« Nella riproduzione stereo bisogna esaltare gli acuti e portare gli attenuatori delle frequenze molto alte in posizione tale da non attenuarle affatto; questo è necessario per l'equilibrio fra bassi e acuti, in seguito all'assorbimento caotico delle alte frequenze operato dalle riflessioni sulle pareti ». Per dare credito a questa diceria si ricordi che l'effetto stereo è essenzialmente dovuto agli acuti; se questi son scarsi in monofonia, transeat, ma se mancano in stereofonia, l'effetto stereo me lo salutate!

Ecco perché il biorecchiuto ascoltatore è indotto dal subcosciente ad esaltare le alte frequenze rispetto alle note basse non direzionali e quindi non concorrenti al dannato effetto stereo (al diavolo chi lo ha inventato).

8. L'altoparlante del canale fantasma

Alcuni preamplificatori stereo forniscono un segnale meticcio per il canale centrale fantasma, mescolando in un immondo incrocio i segnali dei canali sinistro e destro; presentando poi il segnale ibrido, senza minimamente arrossire, ad una terza presa di uscita. Precipitando per

questa rovinosa china di perdizione, i tecnici sono condotti a completare il crimine con l'aggiunta di un terzo amplificatore di frequenza e di un terzo sistema di altoparlanti. Il rimorso implacabile ha indotto ad economizzare il terzo amplificatore, ricavando il segnale per il sistema di altoparlante centrale dagli amplificatori S e D, come indica spudoratamente la fig. 102, dove l'economia viene scontata con un fiore di diafonia da fare invidia ai girasoli. L'altoparlante centrale funge da collegamento fra gli amplificatori S e D, per cui una nutrita fetta di segnale sinistro si insinua nell'altoparlante destro e viceversa. Al processo contro questo metodo, l'avvocato difensore ha fornito prove irrefutabili che la diafonia conseguente permetteva una separazione tra i canali prossima ai 30 dB, più che soddisfacenti per l'esercizio stereo; ha ricordato inoltre che altri componenti fanno assai di peggio, cominciando dai microfoni, dai dischi, su su fino ai regolatori di bilanciamento fautori dell'incesto fra i canali S e D. Già la giuria propendeva per un verdetto di assoluzione, quando un nuovo capo d'accusa

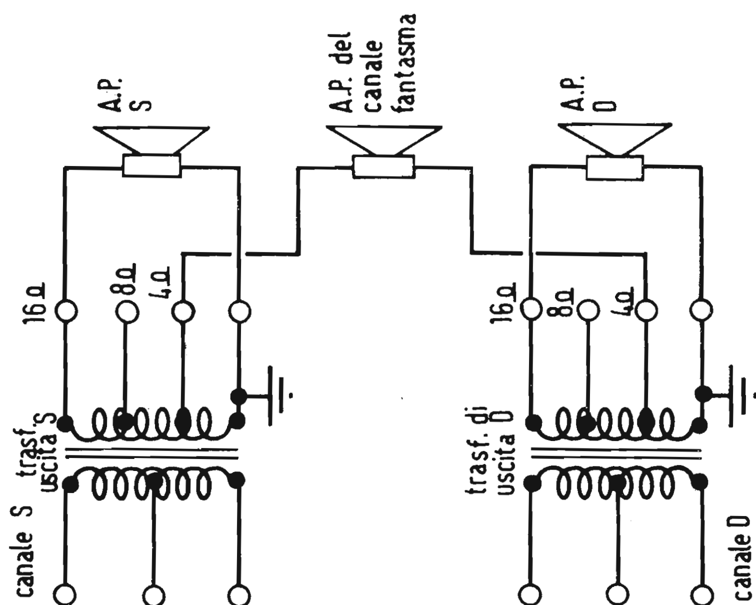


Fig. 102 - Metodo di connessione dell'altoparlante del canale fantasma.

è stato avanzato: il metodo di fig. 102, supposto che i tre sistemi di altoparlanti siano egualmente efficienti, comporta che l'altoparlante centrale abbia un'uscita acustica minore dei due prepotenti altoparlanti S e D adiacenti ad esso.

L'avvocato difensore è saltato su a dire che questa condizione è quanto mai benefica e raccomandabile. Ne è seguita una diatriba dotta e disciplinata al punto che l'Aula è andata completamente distrutta. Non voglio parteggiare per nessuno, ma è evidente che l'ascoltatore non ha alcun mezzo per variare i livelli relativi dei tre sistemi. Se ciascun altoparlante fosse pilotato dal proprio amplificatore indipendentemente dagli altri due, si potrebbe usare i regolatori di livello d'entrata degli amplificatori per bilanciare le uscite; qualcuno ha osato proporre di munire i preamplificatori di un regolatore di guadagno per canale fantasma, o addirittura d'inserire nei sistemi di altoparlanti certi misteriosi adattatori attenuatori per aggiustarne i livelli.

Il pubblico accusatore a questo punto è sbottato imprecando violentemente per ricordare che un adattatore a L può limitare la capacità di un amplificatore a smorzare l'altoparlante, col grandioso risultato della generazione di bellissime risonanze alle basse frequenze, per cui i bassi sono sporchi e il suono risulta complessivamente sgradevole. La difesa non ha trovato altro da obiettare se non che ciò dipende dagli altoparlanti adottati e non convenientemente scelti. Il colpo di grazia al metodo in stato di accusa è però venuto dalla questione della cancellazione del segnale. Putiamo (è un pezzo che non putiamo più, quindi ora una putatina non ce la toglie nessuno) che i segnali nei canali S e D siano uguali, come può avvenire con certe tecniche relative ai microfoni. Allora non c'è differenza di potenziale fra le prese di derivazione del 3° canale, che rimane all'asciutto, cioè senza alimentazione. Questo è lampante in via teorica, ma in pratica, nei programmi stereo reali ci sono sempre differenze d'ampiezze e di fasi fra segnali simili, perciò esistono in ogni caso d.d.p. fra le prese abbinate. Un sollievo dunque per il metodo in esame? Neanche per sogno! Tutto questo non significa che non ci sia cancellazione, se non totale, almeno parziale fino al 90% e oltre. L'alternativa dei pro e contro è esasperante, le esaltazioni cedono agli scoramenti e la suspence non può andare oltre. Ecco perché è stato escogitato il trucco della fig. 103, dove il 3° altoparlante è connesso tra la massa e le uscite omonime in parallelo, così la cancellazione è sconfitta definitivamente: senonché ora la diafonia è assai più pasciuta che nel caso precedente; la separazione tra i canali diventa minore dei 20 dB ritenuti il minimo indispensabile. Il guaio si fa serio, il grado di serietà dipende dal tipo di programma

e dell'assegnamento che si fa sulla separazione per la percezione dell'effetto stereo. Per es. il signor Simplicio assicura che a lui bastano 10 dB, mentre il sòr Sagredo ne richiede 45. Putiamo, a questo punto, che il livello dell'altoparlante centrale sia uguale a quello dei due altoparlanti laterali come angeli custodi. Cosa capita in simile bislacca situazione? Il caos completo! Tecnici, esperti, musicisti, orecchioni si avvinghiano a gomitolo dilaniandosi di santa ragione l'un l'altro. Il consiglio che vi posso dare è di allontanarvi a grandi giornate dalla mischia e di trovare da voi sperimentalmente il miglior compromesso. Per mantenervi vispi, vi comunicherò alcune umoristiche conclusioni dei più noti encefali in campo audio.

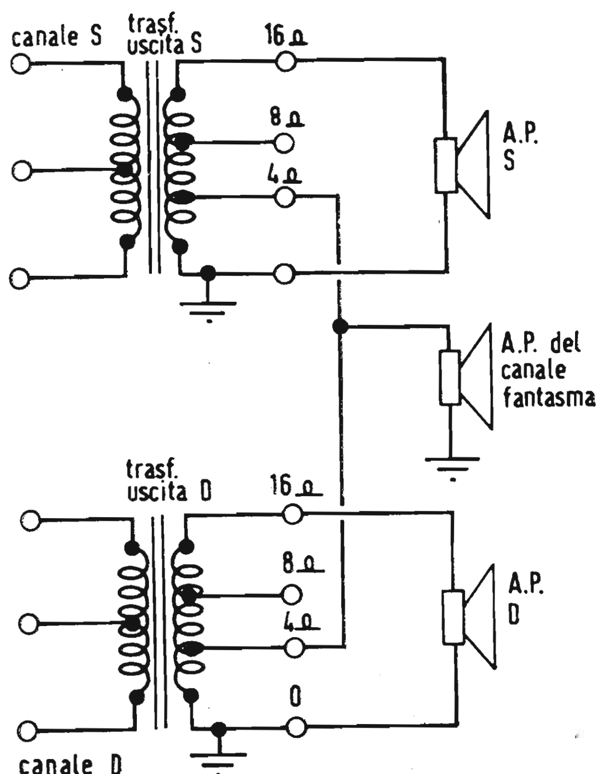


Fig. 103 - Altro metodo di connessione dell'altoparlante del canale fantasma a due amplificatori stereo di potenza.

1° Cervellone: si sono imbastite alcune teorie per assegnare il livello al canale centrale e le teorie erano tutte orripilanti.
Prove sperimentali hanno condotto a migliori consigli, cosicché si è potuto stabilire una base teorica confortata dai risultati pratici. Il mio esperimento (gli altri erano tutti tonti e non sapevano sperimentare) ha condotto ad un sistema funzionale, in cui il canale centrale era costituito dalla miscela delle due metà delle due tracce sonore (avevo usato il nastro magnetico); i canali sinistro e destro utilizzavano altoparlanti d'angolo alimentati dalle due piste sonore con attenuazione di 3 dB sotto il livello del canale centrale... Quando si è ottenuto il bilanciamento con gran fatica, una sorpresa mi aspettava: il canale fantasma era perfettamente reale (spuntavno persino i piedi da sotto il lenzuolo!) e non appariva affatto un effetto simulato per riempire un vuoto nello spazio. I suoni sembravano provenire dal centro dello stadio come se fossero originati là. Credevo di udire suoni emessi da tre altoparlanti e invece percepivo un campo diffuso attraverso una cortina di suono ».
Dunque il primo cervellone pretende che il canale fantasma sia 3 dB più forte dei canali S e D.

2° Cervellone:
« Il guadagno del canale centrale deve essere regolato in modo che il suono proveniente dall'altoparlante centrale sia appena udibile ».
Dunque il 2° cervellone pretende che il suono centrale sia assai più debole dei suoni S e D.

3° Cervellone:
« Raccomando che il canale centrale sia 6 dB sotto i canali S e D ».
Dunque il 3° cervellone pretende che il suono centrale sia la metà dei suoni S e D. Si deduce che il primo cervellone deve essere leggermente alienato. Tenterò di giustificare queste comiche risultanze e discrepanze circa il valore da affibbiare al canale fantasma rispetto agli altri due canali, adducendo la scusa della diversità della disposizione degli altoparlanti e dei programmi musicali utilizzati per le prove. Premetto però che sono tutte sfere quadre per mascherare le fesserie degli Uomini Superiori. Per. es., se nella registrazione originale si sono tenuti microfoni molto distanziati tra loro, può essere utile aumentare il volume del canale centrale per neutralizzare la differenza eccessiva fra i segnali S e D. Conviene aumentare il livello del fantasma costruendo una torre merlata tipo medio evo più alta... nò, nò scusate, basta rinforzare il suono centrale, anche nel caso in cui gli altoparlanti siano spaziati in modo che i loro assi formino un angolo maggiore di 40° con l'ascoltatore. Si delinea la seguente regola: quanto meno distan-

ziati sono i microfoni e gli altoparlanti, tanto minore deve essere il livello del canale centrale.
Insomma, non dovete affidarvi ciecamente ad una norma assiomatica (che per altro non esiste) o ricercare un dogma da eleggere a vostro credo, ma dovete lasciare sempre la possibilità di fare prove, che possono dare risultati antitetici in funzione delle condizioni ambientali di ascolto, sempre diverse. Per facilitare l'esecuzione delle prove, vi consiglio di procurarvi un preamplificatore provvisto di mezzi per il canale fantasma, ovvero di adottare gli adattatori ad L nei complessi di altoparlanti.
Si è già lapidato l'inventore del canale fantasma, perché ha fatto dilapidare capitali per l'acquisto del terzo sistema di altoparlanti ed eziandio del terzo amplificatore. Tuttavia volete scommettere che c'è il modo di avere il terzo canale allo stesso prezzo e anche meno di un buon sistema stereo bicanale? La trovata che quella entreineuse di Giovanna suggerisce al gestore della onorata anonima Killer Sparafucile e C., somiglia almeno vista di profilo, alla mia e che rappresento nella fig. 104, con la quale si salvano capra e cavoli, cioè si spende poco,

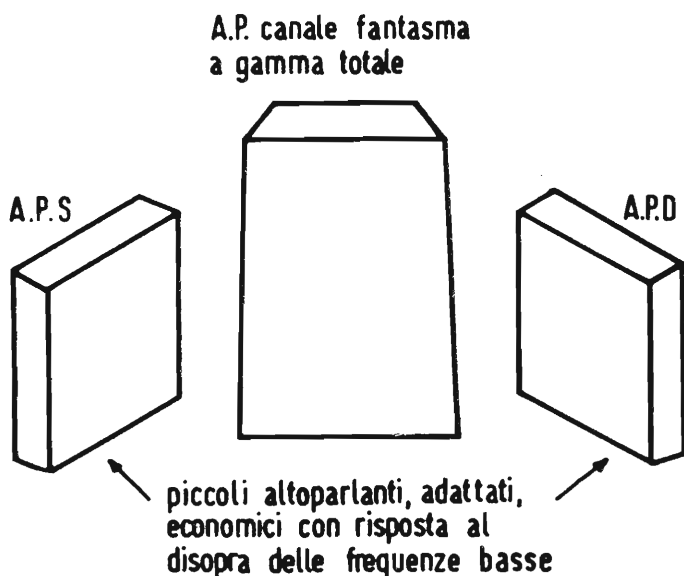


Fig. 104 - Installazione di altoparlanti stereo economici con calane fantasma.

si hanno i vantaggi del canale fantasma e si risolve il problema del modesto ingombro.
In detta figura c'è un sistema centrale di altoparlanti che è caruccio anzichenò, ma in compenso è bel grosso. Se avete in casa il diffusore tutte gamme del vostro vecchio impianto monofonico, ecco che quel diffusore va benissimo e non vi costa nulla. L'economia di spazio e di soldi sta soprattutto negli altoparlanti laterali S e D che, lungi dall'essere provvisti di assordanti woofer e irritanti tweeter sono altoparlanti da quattro soldi italiani, piccoli, ma adattati. L'altoparlante centrale fornisce la totale informazione audio, particolarmente i bassi, che sono essenzialmente non direzionali e non contribuiscono all'effetto stereo (quindi possono venire dal centro). Gli altoparlanti S e D essendo piccoli ed economici, danno la parte migliore di se stessi alla riproduzione dei medio bassi, delle note centrali e degli acuti, ai quali è dovuto l'effetto stereo, e che pertanto devono venire da sinistra e da destra. Il costo dei due piccoli sistemi di altoparlanti S e D può essere notevolmente minore del costo di appaiare un sistema monofonico preesistente di altoparlanti con un altro simile ad esso. Se poi non possedete il vecchio diffusore monofonico, dovete procurarvi, secondo la fig. 104, un solo sistema di altoparlanti per tutta la gamma acustica, più due piccoli sistemi, che coprono la gamma da 200 Hz in avanti. Il costo totale sarà sempre molto minore di quello dei due poderosi diffusori laterali completi più il diffusore centrale. In realtà la riproduzione buona dei bassi costa cara, e se si può limitarsi all'acquisto di un solo diffusore con woofer, si realizza una bella economia; inoltre, io vinco la scommessa, mentre la sopra menzionata strip-teaseuse l'ha perduta. I due scatolini S e D di fig. 104 contengono ciascuno un altoparlante di circa 20 cm di diametro ed una unità di incrocio (ecco perché il sistema è un meticcio) connesso al rispettivo amplificatore di potenza. Il filtro d'incrocio fornisce i segnali S e D miscelati nelle opportune proporzioni all'altoparlante centrale e precisamente: fornisce le frequenze al disopra dei 400 Hz del canale sinistro all'altoparlante sinistro e le frequenze al disopra dei 400 Hz del canale destro all'altoparlante destro.

9. Altoparlanti stereo a banda limitata

DOCENTE - Le basse frequenze non devono essere riprodotte da entrambi i sistemi di altoparlanti per la ragione ripetuta fino e oltre la nausea. Sfruttando questo fattaccio, si sono costruiti sistemi a 2 altoparlanti, che impiegano un altoparlante a banda limitata per uno dei canali.

UN LAUREANDO - Scusi, quali sono gli ottoni che mancano in quella banda?
DOCENTE - Veramente qui non si tratta di trombette, ma di gamme di frequenza.
LAUREANDO - E allora le chiami col loro nome, parli chiaro!
DOCENTE - Un esempio importante è lo « Stereon ». E' costituito da un altoparlante a banda (pardon, gamma) limitata più un circuito d'incrocio connesso ai due amplificatori di potenza.
Attraverso l'incrocio, l'altoparlante Stereon riceve solo le frequenze superiori a 300 Hz in uno dei canali, diciamo il sinistro per conciliarci

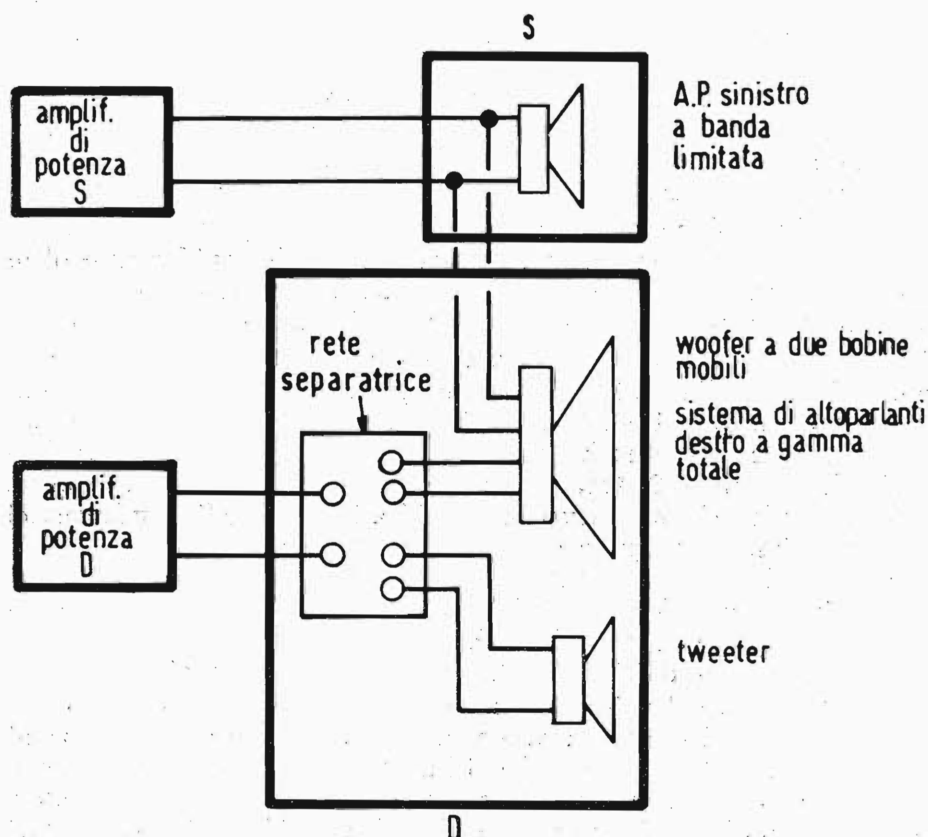


Fig. 105 - Sistema di altoparlante stereo, che utilizza un woofer a due bobine mobili.

col P.C.I. L'altoparlante a banda totale riceve tutte le frequenze del canale destro, più le basse frequenze del canale sinistro. Capito la manfrina?
Esiste anche lo « Stereodot », che cade nel dominio della banda limitata.
In entrambi i casi, uno speciale filtro (l'aggettivo « speciale » esercita sempre un fascino enorme e fa ammutolire i possessori dei più copiosi scilinguagnoli) restringe l'intervallo di frequenze riprodotte da uno degli altoparlanti e trasferisce, ad un tempo, i bassi che sono stati eliminati, all'altro altoparlante, che s'incarica della totale loro riproduzione.
In fig. 105 è schematizzato un sistema basato sullo stesso principio, ma differente nel metodo. Qui si usa il sistema di altoparlanti a banda limitata (seguitiamo a dire il sinistro) più un sistema a piena gamma (il destro, che altro poteva essere?). In queto ultimo complesso vi è un woofer speciale (sul serio) con 2 bobine mobili indipendenti, che pilotano un solo cono (esempio di menage a tre, come ormai di moda). Una delle bobine mobili riceve il segnale del canale sinistro, mentre l'altra riceve il segnale del canale destro (e che altro poteva ricevere?). Così i bassi di entrambi i canali vengono riprodotti dal woofer.

L'uso di due bobine di uno stesso altoparlante separa i due canali. Siccome poi il woofer ha una risposta, che cade rapidamente oltre poche centinaia di Hz, le frequenze medie e alte del canale sinistro non vengono riprodotte in modo apprezzabile dal sistema destro.

Anche il canale fantasma si avvale dell'altoparlante a 2 bobine mobili. E' il caso della fig. 106. Qui, gli altoparlanti sono capaci di rispondere bene anche agli acuti, per cui l'altoparlante centrale si accosta paurosamente alla riproduzione di un vero canale spettro, con lenzuolo, face e tutto. Si tratta di una volgare scopiazzatura camuffata dello stereodot, che sta movendo giustificati passi legali. Per le cervici coriacee, riassumo: qui c'è un altoparlante centrale prossimo alla gamma totale, coprente molto bene i bassi, mentre gli altoparlanti S e D riproducono le note medie e acute impeccabilmente, ma meritano il castigo eterno riguardo ai bassi, come avviene sempre quando si usano altoparlantini in cassettine modestine e semplicine.

PISISTRATO - Fin dal primo momento che l'ho veduto, ho capito che lei è un retrogrado, che non sa scostarsi dalle antidiluviane cognizioni apprese a. C. Tutte le figure che ci ha illustrato circa la connessione del canale fantasma comportano senza eccezione vistosi trasformatori di uscita; non ha mai sentito dire che gli amplificatori a transistori non hanno trasformatori di uscita? Dunque lei si riferisce ad amplificatori a tubi elettronici, morti e putrefatti da un ventennio.

La mia domanda è questa: come si connette l'altoparlante del canale fantasma agli amplificatori di potenza a transistori privi di trasformatori di uscita?

DOCENTE - Oh anima prava nonché malnata! Ho supervalutato il suo encefalo ritenendolo capace di risolvere un simile modestissimo problema.

Gli amplificatori di potenza a transistori presentano due punti ai quali collegare gli altoparlanti sinistro e destro. Faccia conto che quei due

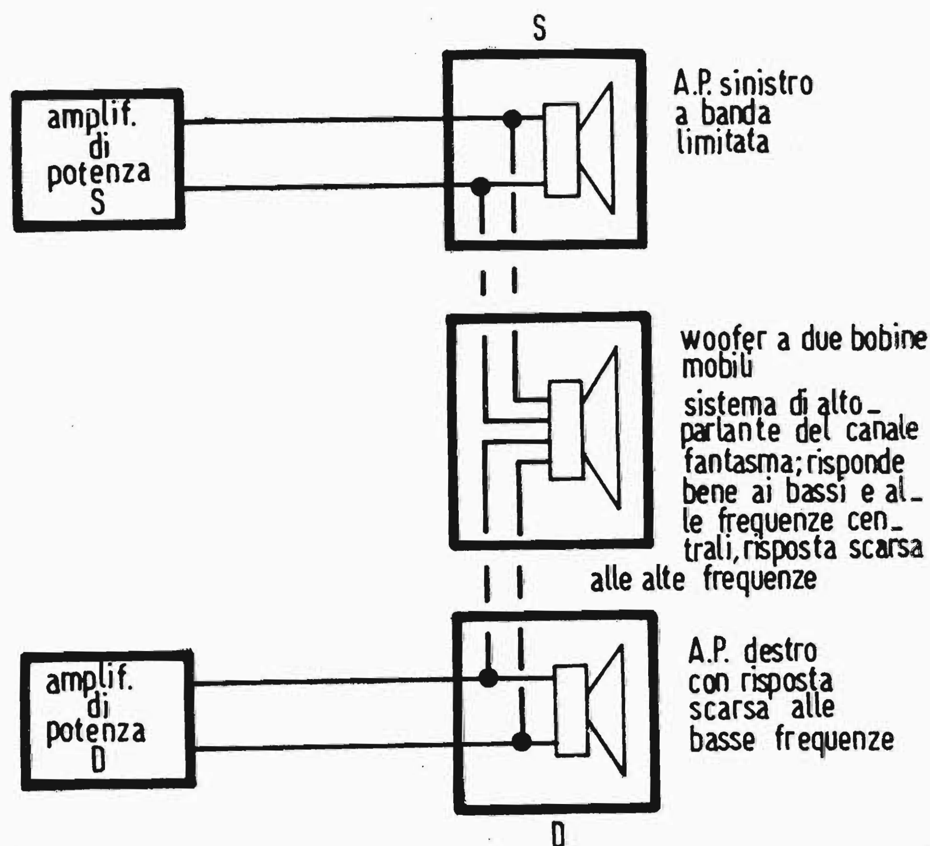


Fig. 106 - In questa installazione si usa un woofer a due bobine mobili per il solo canale fantasma.

punti sostituiscano i secondari dei T.U. degli amplificatori in uso prima del quaternario; allora tutto è semplice. Le prese per l'altoparlante fantomatico si derivano da quei due punti con l'aggiunta eventuale di resistenze di limitazione o di partitori di tensione di segnale per ottenere la giusta proporzione fra i segnali S e D di alimentazione dell'altoparlante in oggetto. Se lei esamina gli schemi degli amplificatori di potenza delle Case più celebrate, non trova l'applicazione del 3° canale, perché non può essere reso obbligatorio e perché, se lo si vuole, può essere elaborato ad libitum e con tutta facilità da chiunque non abbia la sua conformazione cranica, signor Pisistrato!
PISISTRATO - Stasera mi ci provo, ma se poi mi salta fuori un fantasma di quelli con la risata agghiacciante, lo spedisco a casa sua e se lo succi. Non ho finito: lei mi deve dare delle norme precise per il bilanciamento e la fasatura del sistema di altoparlanti stereo, perché è una domanda che mi viene spesso rivolta dai clienti.
DOCENTE - La risposta non è breve, quindi ritengo miglior partito trasferirla alla prossima lezione, perché il numero dei decessi in questa aula oggi ha già superato qualsiasi punta nel diagramma delle vittime per asfissia da stereofonia. Siete d'accordo voi scarsi sopravvissuti?
Coro dei discepoli discenti scampati alla pestifera lezione:
« *Rimandiamo la risposta alla prossima lezione,*
oh malvagio professore, tu ci spingi nel fossone ».

LEZIONE XII

RISPOSTE AL SIGNOR PISISTRATO

Nel varcare la soglia della sala delle sue conferenze, il professore nota una strana calma e la via libera dai nidi di mitragliatrici con le quali gli affezionati discepoli erano soliti accoglierlo. La spiegazione non tarda a palesarsi: la prolissità della lezione XI aveva operato la falcidia della metà degli uditori; l'altra metà stava uscendo dalla catalessi e cominciava a dar segni di rianimazione, proprio mentre il docente stava entrando. L'inizio della lezione XII vede presenti la metà degli ascoltatori intervenuti alla lezione precedente, è quanto dire che rispetto alla 1ª conferenza si può contare su $n/2^{11} = n/2048$ malcapitati. Questi ultimi intonano il seguente salmo assolutamente privo di alte frequenze:

« *Se la fin di questo corso tarda ancor a intervenire*
crudo fato, sorte ria, certo noi dovrem morire ».

DOCENTE - Ho la vaga impressione che un certo scoramento siasi impossessato di voi. Non mi spiace affatto, così, nel « crepuscolo dei sensi », la pianterete di farmi domande. A proposito, devo ancora rispondere all'ultima del signor Pisistrato; apposta ho lasciato inconclusa l'ultima lezione, per creare una « suspance » da cardiopalma ed una morbosa aspettativa capace di farvi soggiogare dalle lusinghe del suicidio, come tante Gioconde qualsiasi.

1. L'Amplificatore stereo SV140 Grundig

DOCENTE - Siccome sono buono e dolce come un pan di Spagna, prima di torturarvi con il bilanciamento stereo, voglio darvi animo illustrandovi due amplificatori portati da Alice al suo ritorno dal Paese delle meraviglie.

Il primo è l'amplificatore stereo SV140 Grundig.

Se vi scoccia di rompervi i timpani con i suoi 2 x 70 W musicali, potete passare amenissime serate con gli amici a scommettere sul significato di quelle graduazioni verticali tutte eguali elegantemente incise tra il va e vieni dei cursori di controllo di tono. Sono state formulate in proposito le più temerarie ipotesi ai margini della realtà. Nell'ambito dell'assurdo, si può azzardare la seguente idea: al posto dei volgari regolatori di tono a potenziometri rotativi dei bassi e degli acuti, qui si hanno ben 5 campi parziali di tonalità regolabili con potenziometri d'alto lignaggio a cursori lineari professionali. Ogni regolatore può far variare nel suo campo l'intensità di un certo numero di dB in più o in meno. Qualche anima semplice, non avvezza alle malefiche doppiezze, può pensare che le graduazioni 1,2,3,4,5 ripetute ben 8 volte con tutti quei segni (—), rappresentino i dB; invece no! Anzitutto i dB variano da sottogamma a sottogamma, poi quelle lineette non sono per nulla dei « meno ». Un po' di buon senso perbacco! Se fossero « meno » e le cifre i dB, si avrebbero solo attenuazioni, mentre è doveroso da parte di un regolatore di tono non contestatore provocare anche esalazioni nel suo campo d'azione. A conforto dell'asserto, vi ripeto i dati di regolazione in dB,che la Grundig si è vista costretta a dichiarare, perché dal pannello frontale dell'SV140 non può nascere nemmeno un pallido sospetto della loro entità. Ecco dunque:

sottogamma 40 Hz, ± 15 dB

sottogamma 200 Hz, ± 12 dB

sottogamma 3 kHz, ± 12 dB

sottogamma 7,5 kHz, ± 12 dB

sottogamma 16 kHz, ± 15 dB

Le esalazioni si ottengono portando verso l'alto oltre la posizione centrale i nobili cursori, le attenuazioni si ottengono spostando i medesimi

verso il basso al di sotto della posizione centrale del riposo. Qualcosa s'incomincia a intravvedere; avete posto mentre ai vistosi + in alto e – in basso?

Circa i numeretti, la polizia sta ancora indagando; si prevede che la pratica sarà insabbiata quanto prima. Un congresso di Sherlock Holmes, Maigret, tenenti Sheridan e Mister Trigget ha avanzato l'ipotesi che quelle cifrette siano semplici gradazioni equidistanti di riferimento, precisati dalle lineette di fede alla loro destra e sinistra; un giochetto per facilitare il ritrovamento di una condizione di toni, che era così bella sentita in negozio all'atto dell'acquisto, mentre a casa vostra...

Riflettiamo un attimo sulla comicità dei regolatori multipli di tono. Poniamo che l'ottima signora Squinternati disponga così i cursori: tono 40 Hz a +5, tono 16 kHz a +5, tutti gli altri a –5, ve lo immaginate che concerto scappa fuori?: solo note così basse da somigliare più a rumori che a suoni e sibili così acuti da mettere in crisi le schiere di zanzare supersoniche; in mezzo, tra 40 Hz e 16 kHz, non si sente niente! Questa sì che è alta fedeltà! Mi dite dove vanno a finire le curve di compensazioni C.C.I. e NARTB, i toni fisiologici, lasciando allo sprovveduto utente (la signora Squinternati incarna l'utente medio) regolatori di tono da masturbare inconsciamente? Ci si dà tanto da fare a dosare i micro secondi delle costanti di tempo per ottenere la curva di risposta più realistica con la precisione del mezzo dB e poi si distrugge tutto coi toni a volontà! E' come se Michelangelo ultimato un suo capolavoro scultoreo, desse in mano scalpello e martello ad una schiera di furibondi forsennati, che in pochi istanti lo ridurrebbero in un ammasso di cocci. Ha qualcosa da obiettare signor Frichettinpack?

FRICHETTINPACK - Sì, voglio dire che se alla signora Squinternati torna gradito il suono con toni regolati come lei ha detto, perché vorrebbe privarla di questo piacere? In regime di libertà, ognuno ha il diritto di sregolare l'amplificatore come meglio gli pare, altrimenti dove va a finire la democrazia? Poi si sa che è bello non ciò che è bello, ma ciò che piace. Che cos'ha mò da dire?

DOCENTE - Io devo consigliare di accompagnarsi sempre alla ragione ed è mio dovere combattere le aberrazioni mentali. La via giusta è quella di riprodurre i suoni come sono all'origine e non di storpiarli snaturandoli fino a renderli del tutto irriconoscibili. In ogni caso, la signora Squinternati danneggia la Casa Grundig, perché autorizza il vicinato a ritenere che l'SV140 suoni superlativamente male, il che non è vero.

FRICHETTINPACK - Ma se non ha fatto altro finora che denigrarlo, che si mette a fare il paladino adesso? Un po' di coerenza!
Faccia onorevole ammenda e ci comunichi almeno le caratteristiche dell'SV140.
DOCENTE - Vi servo subito: 51 transistori al silicio; 2 diodi; 3 raddrizzatori a ponte al silicio; 2 x 70 W (totale 140 W); risposta in frequenza da 20 Hz a 20 kHz entro ± 1 dB; distorsione armonica minore dello 0,5%, 2 strumenti indicatori della tensione di uscita dei due canali, tasti per inserimento filtri (come non bastassero quelli incorporati!) e monitore; presa per cuffia stereo; uscite per altoparlanti da 4 a 16 Ω.
FRICHETTINPACK - Come, come, uno spende quasi mezzo milione e poi non sente niente, perché l'amplificatore non ha imparato a cantare da solo? E' necessario spendere altri 0,3 o 0,6 megalire in altoparlanti esterni?
DOCENTE - Proprio così. Non lo sa che le disgrazie non vengono mai sole?

2. L' « Acusta hi-fi » Telefunken

DOCENTE - Il secondo amplificatore che ho promesso d'illustrarvi è l' « Acusta hi-fi » della Telefunken. Esso si snoda in quattro segmenti: amplificatore stereo; sintonizzatore; giradischi; magnetofono +2 diffusori non rappresentati perché non ci stavano nella foto. Ecco le sue caratteristiche. Amplificatore: 2 x 35 W con segnale sinoidale continuo; distorsione tipica 0,2%; regolazione separata dei toni bassi e acuti per ciascun canale mediante potenziometri verticali lineari (cioè non rotativi; è evidente il contagio operato dall'SV140); miscelazione degli ingressi.
Sintonizzatore: sensibilità in MF 0,8 μV (immaginarsi i parassiti che tira dentro! Adesso che non c'è più il DDT è un bel guaio!); predisposizione di 5 stazioni in MF (chi ne vuole più di 5, può comperare altri 3 o 4 acusta hi-fi) con tasti di selezione; sintonia robot in MA (in MF niente, perché ha fatto la cattiva); 1 strumento indicatore di sintonia; lo strumento indicatore di frequenza in MF; 1 indicatore di stereo in MF; 1 strumento di azzeramento in MF; antenna telescopica; sintonia silenziosa.
Magnetofono: a 2 piste; velocità del nastro 9,5 e 18 cm/s; effetti di eco; riverbero a multiplay; funzionamento a 2 programmi per la regolazione separata dei canali; strumento indicatore dell'intensità di registrazione e controllo immediato delle registrazioni sul nastro;

contagiri a 4 cifre; bobine ∅ 18 cm; 2 regolatori a corsa lineare per il livello; 2 regolatori per effetti speciali.
Giradischi: motore a 4 poli; peso del piatto 3,5 kg; ∅ del piatto 291 mm; correzione antiskating; regolazione fine della velocità; dispositivo di abbassamento del fonorivelatore smorzato viscosamente (così le mosche vi restano appiccicate e non danno più fastidio).
Diffusori: 2 diffusori da 35 W (50 W di punta) ciascuno; risposta in frequenza da 35 Hz a 20 kHz; impedenza 4 Ω; peso 7 kg.
Che ve ne pare? Quanto costa? Per l'acquisto globale dell'acusta hi-fi è indispensabile un'innata versatilità nell'imitare i Leonardi in grande copia; è però possibile acquistare i singoli componenti separatamente, per es. uno ogni due anni, così prima di udire un disco dovrete pazientare una decina d'anni.

3. Risposta al « bilanciamento stereo »

PISISTRATO - La mia pazienza ha un limite come le classi contigue o il rapporto incrementale. Tutta questa digressione sugli amplificatori, infiorata d'invettive tipo « la gente nova e i subiti guadagni, violenza e dismisura han generata, Fiorenza in te, si che tu già te n'chiagni », ha il solo scopo di mascherare la sua incapacità a rispondere a me petente circa il bilanciamento stereo.
Lo vuol fare adesso? E' un ultimatum, conto alla rovescia da 3 in giù, poi sguinzaglio la mia suocera. Meno tre, meno...
DOCENTE - Non c'è antidoto contro i morsi venefici della suocera? Parlo incontanente. Gli esperti, un giorno che non avevano niente da fare, legiferarono che per il miglior effetto stereo occorre un bilanciamento preciso entro 2 dB al massimo fra i livelli dei due complessi di altoparlanti.
PISISTRATO - Che grossa fesserie va dicendo? Se per es. in registrazione il suono di sinistra è intenso la decima parte di quello di destra, l'altoparlante sinistro e quello destro riproducono i due suoni con uguale intensità o quasi. Come la mettiamo?
DOCENTE - Lei vuol proprio cercare le uova nel pelo! Bilanciamento non significa che i due altoparlanti irradino con la stessa intensità, ma vuol far intendere che la relazione fra i livelli a sinistra e a destra è la stessa in riproduzione come nella ripresa originale, con la tolleranza massima di 2 dB.
Si ricordi che è sempre la sinistra a gridare più forte, quindi il suo esempio non calza. Prima di presentare una specifica procedura di bilanciamento è consigliabile:

1) esaminare le cause che possono provocare squilibrio nel sistema stereo, arzigogolare bene bene su di esse, 2) elencare i mezzi dell'amplificatore utili per l'ottenimento del bilanciamento; 3) stabilire alcuni princìpi di guida.

Le fonti di polluzione per l'equilibrio sono:

a) i dischi generatori di programma, i nastri, le radiotrasmissioni. In questi supporti stereo possono esistere differenze di vari dB;

b) le capsule fonografiche generatrici di segnali, le testine dei magnetofoni, gli amplificatori dei registratori, i sintonizzatori. A titolo esemplificativo, una sezione di una capsula stereo può dare un'uscita 6 dB superiore (doppia) di quella dell'altra sezione, sebbene i segnali registrati sul disco stereo siano uguali nei due canali.

Ciò vale, grosso modo, anche per le testine dei magnetofoni.

Due sintonizzatori usati per la ricezione di una stessa trasmittente stereo differiscono certamente in sensibilità;

c) i preamplificatori. Sebbene per la stereofonia si impieghino componenti adattati, come per es. due amplificatori su di un unico telaio, si possono verificare piccoli sbilanciamenti imputabili alle tolleranze dei componenti;

d) gli amplificatori di potenza, per le stesse ragioni esposte al punto c);

e) gli altoparlanti. Gli altoparlanti di uno stesso modello e di una stessa produzione in serie presentano sempre alcune differenze di qualche dB. Vero è che alcuni costruttori coscienziosi producono altoparlanti strettamente adattati mediante rigorose tecniche di fabbricazione e controllo di qualità, comunque le differenze, anche se ridotte, esistono sempre;

f) il regolatore principale di guadagno. Il suo errore di trascinamento (variazione del livello fra i canali, quando si gira il regolatore) può variare da pochi dB in un amplificatore fino a 10 dB in altri amplificatori. Se per colmo di sciagura non si adottano componenti appaiati nei preamplificatori, negli amplificatori di potenza e negli altoparlanti, allora sì che gli sbilanciamenti ingrassano invece di umiliarsi entro denutriti dB.

Per correggere gli squilibri si possono utilizzare le seguenti cerbottane:

a) il regolatore di bilanciamento. Non tutti gli amplificatori stereo sono così facoltosi da potersi procurare un simile arnese.

Più frequentemente, essi possiedono i regolatori individuali di guadagno per ciascun canale, generalmente montati concentricamente e provvisti di dispositivo di bloccaggio a tira-molla, tale cioè che i due potenziometri possono esere ruotati insieme quando punge vaghezza di ammirare questo genere di rotazione, che tra l'altro esercita la fa-

scinosa funzione di regolatore generale di guadagno. Avvertenza importante: nel seguito si suppone di aver a che fare con un unico regolatore, di bilanciamento, tuttavia le fandonie che vi propinerò saranno valide anche per le drammatiche situazioni dove si usano regolatori separati per ottenere il bilanciamento;
b) i comandi di livello d'entrata sui preamplificatori o sugli amplificatori di potenza. Se l'amplificatore è integrato, bisogna accontentarsi dei soli potenziometri di livello di proprietà degli stadi preamplificatori;
c) i regolatori di guadagno dei sintonizzatori stereo e degli amplificatori dei registratori a nastro.

Cominciamo con lo stabilire un punto di riferimento sempre pronto; il bilanciamento fra i componenti stereo deve verificarsi quando il cursore del relativo regolatore è posizionato al centro della sua escursione cioè segna le ore 12. Disgrazia volesse di imbattersi in due comandi separati, il bilanciamento deve scappare fuori quando entrambi i cursori sono nella stessa posizione, secondo le graduazioni dei rispettivi quadranti.

Il punto di riferimento non è vincolante, nel senso che vi potete sempre spostare da esso ottenendo gli effetti più bislacchi suggeriti dai vostri gusti più depravati, ma quando il senno vi ritorna, potete ritornare alla posizione di riferimento che, bene o male, dà un certo equilibrio. Se vi riesce di ottenere l'equilibrio con il potenziometro a metà corsa, potete segnarvi con i gomiti delle caratteristiche mutue, perché significa che vi sarà possibile effettuare uguali correzioni in + e in —, quando uno dei tutt'altro che rari cataclismi stereo si abbatterà sul vostro impianto; per ora tenetele in riserva in ambiente asciutto. Che se poi l'equilibrio lo ottenete con il regolatore posizionato prossimamente ad uno dei fine corsa, non occorre essere un genio come me, per capire che in seguito a nuovi catastrofi stereofoniche non sarà possibile effettuare la correzione che in un senso solo, l'altro senso essendo interdetto. Quali sono le possibili calamità stereofoniche? Una pestilenza molto diffusa è quella delle ineguaglianze tra i canali di un disco o di un nastro stereo. Possiamo già stabilire una regola cardinale (ma non in ossequio alle gerarchie ecclesiastiche): prima di spostare il cursore del potenziometro di bilanciamento, bisogna spremersi a zero per ottenere l'equilibrio con tutti gli altri mezzi a disposizione, allora il compito del sullodato potenziometro sarà quello di compensare gli squilibri dovuti o a ineguaglianze fra i livelli dei canali dei dischi, nastri, o trasmissioni stereo, o a errori di adattamento del doppio regolatore principale di guadagno. Con queste premesse, che spero abbia-

no già logorato le vostre facoltà resistive e le velleità bellicose, passo a illustrare i 4 stadi del potenziometro di equilibratura stereo.

PISISTRATO - Io l'aspettavo proprio qui. Sappia che non mi sono logorato affatto avendo applicato efficaci tappi alle mie orecchie. Pertanto la mia aggressività è perfettamente intatta ed inasprita dalla lunga attesa tipo Ciò-Ciò-San.

DOCENTE - 1ª operazione. Posizionare il regolatore di bilanciamento al centro della sua escursione; questo sarà il punto di riferimento. Poiché il bilanciamento dipende anche dal regolatore principale di guadagno, conviene disporlo in una posizione corrispondente alla normale condizione di lavoro, diciamo fra le ore 12 e le 14, questo sarà un secondo punto di riferimento. Con queste predisposizioni se si applicano segnali uguali all'entrata di ciascun canale, si ottengono uguali livelli sonori dagli altoparlanti stereo.

2ª operazione. Fornire lo *stesso segnale* (non una metà di un programma stereo) a ciascun canale del generatore di segnali; è come chi dicesse alla testina del fonorivelatore o del magnetofono o col sintonizzatore stereo.

PISISTRATO - Ma se la mia testina è squilibrata...

DOCENTE - Questo lo sapevo già; non le resta altro da fare che buttare la sua testina con tanto di cuoio capelluto tra i rifiuti inutilizzabili. Chiusa la parentesi.

Un disco monofonico è un mezzo pronto e semplice per fornire segnali identici, sia per frequenza, sia per livello, a ciascuna sezione della capsula stereo e si tratta di una testina di registratore; un deus ex machina opportunamente invocato con riti propiziatori, si compiacerà di fornirvi nastri di prova, che applicano lo stesso segnale alternativamente alle due sezioni della testina stereo. Se il deus è irato e rifiuta la fornitura di sifatti nastri, ripiegate su di un nastro monofonico a piena traccia. Un altro metodo, che a prima vista sembra bestiale, poi guardandolo bene appare in tutta la sua straordinaria beluinità, è il seguente: fate scorrere uno spezzone ben lungo di nastro cancellato da una bobina all'altra, con il magnetofono predisposto per la riproduzione (però non aspettatevi che esso scodelli tanti vispi magnetofonini) e tenete ben appoggiato al nastro scorrente un magnete a barretta; otterrete così che il nastro sarà registrato su tutta la sua larghezza con una buona dose di fruscio, rumori e parassiti di ogni genere. Non vedete ancora dove voglia approdare? Allora ve lo dico io: il disturbo registrato funzionerà da segnale da applicare a ciascuna sezione della testina riproducente. Avvertenza da non dimenticare: dopo che il nastro ha servito a questo scopo affrettatevi a cancellarlo

violentemente, se non volete che qualcuno vi dia della bestia. Nel caso di una coppia di sintonizzatori MF e MA impiegata per la ricezione di trasmissioni stereo, il metodo migliore è di accordare ciascun sintonizzatore su un'emissione di programma monofonico della stessa stazione che trasmette il programma stereo. Se si ripete lo scherzetto con varie stazioni, il bilanciamento deve essere ricercato utilizzando la stazione che si riceve più frequentemente in stereo. Le regolazioni per le altre stazioni, supposto che l'equilibrio fra MF e MA vari con la stazione, si possono effettuare con il regolatore di bilanciamento o del volume di uno dei due sintonizzatori (di preferenza quello con il livello più alto).

3ª operazione. Attrezzarsi per la rapida commutazione fra le seguenti due condizioni: canale sinistro attivo e canale destro escluso, ovvero canale sinistro escluso e canale destro attivo (in politica è realizzabile solo la 1ª condizione). Con questo, si confronta il livello sonoro di ciascun altoparlante quando si riproduce lo stesso segnale. Alcuni amplificatori stereo capitalisti contengono un dispositivo di commutazione, che conscente l'ascolto o del Canale S nel suo altoparlante, o del canale D nel suo altoparlante. Gli amplificatori proletari non hanno questa favolosa disponibilità, allora l'utente, che non sia spastico del tutto, può facilmente introdurre un commutatore a 2 vie e 2 posizioni (sfogliate le dispense del Corso e pescate fuori la fig. 74) con il quale si possono ascoltare alternativamente i suoni dei due altoparlanti. Per un accurato confronto dei livelli sonori di questi ultimi, l'ascoltatore deve disporsi a uguale distanza dagli altoparlanti S e D. Per ridurre la possibilità di errore, i due diffusori possono essere momentaneamente accostati fra loro, in questa prova ci si fa un superbo baffo dell'effetto stereo.

4ª operazione (finale). Regolare le posizioni dei regolatori di livello (dei preamplificatori, o degli amplificatori di potenza, o degli amplificatori integrati) e di volume (dei sintonizzatori, o degli amplificatori di riproduzione dei nastri) per ottenere l'equilibrio acustico, mentre si esegue la commutazione tra gli altoparlanti. In generale, la distorsione è minore quando il segnale è piccolo nei primi stadi dell'impianto audio, perciò se vi è la possibilità di scelta di regolazione del livello da un preamplificatore, o da un amplificatore di potenza, credete a me, conviene scegliere il primo. Secondo il preamplificatore o l'amplificatore integrato usato, si possono avere a disposizione regolatori di livello per certi generatori di programmi, ma non per certi altri. Il procedimento razionale è di ottenere il bilanciamento prima con il generatore di segnali privo di regolatore di livello.

Se proprio non vi è un altro mezzo disponibile, si usa il regolatore di bilanciamento. La posizione del cursore di questo comando verrà assunta come punto di riferimento. Mantenendo il regolatore di bilanciamento in detta posizione, si procederà e equilibrare i generatori per i quali ci sono mezzi di correzione del livello. A titolo di esempio, un amplificatore stereo integrato prodotto da un certo fabbricante contiene i regolatori di livello solo per l'amplificatore del nastro stereo e per i sintonizzatori radio. Nessun mezzo di aggiustaggio è provvisto per il fonorivelatore magnetico. Trattandosi, per ipotesi, di un amplificatore integrato, non si dispone dei regolatori di livello dell'amplificatore di potenza. Quindi è gioco forza ottenere l'equilibratura sul segnale fono per mezzo del regolatore di bilanciamento. Mantenendolo in questa posizione, si possono regolare i segnali del registratore a nastro stereo usando i comandi di livello dell'amplificatore integrato; analogamente si opererà con i segnali provenienti dai sintonizzatori.
In tempi di carestia, anche gli amplificatori stereo devono evitare le spese inutili e limitarsi ai soli regolatori di livello della sezione amplificatrice di potenza. Ecco come ci si deve comportare in un simile frangente: 1) usare detti regolatori di livello per equilibrare i segnali del fonorivelatore mangetico, mantenendo il cursore del regolatore di bilanciamento in posizione centrale; 2) regolare i sintonizzatori radio per mezzo dei rispettivi regolatori di volume, prendendo nota delle loro posizioni per le quali si verifica l'equilibrio; 3) dosare i segnali del registratore a nastro mediante i regolatori di volume di quest'ultimo, prendendo nuovamente nota delle posizioni corrispondenti al bilanciamento. Se i segnali del nastro provengono direttamente dalla testina di riproduzione, questi segnali dovrebbero essere regolati mediante il regolatore di bilanciamento, prendendo nota (ormai l'avete imparata!) della posizione per cui si ha l'equilibrio. Se i tempi si fanno ancora più duri, s'impone l'esclusione di qualsiasi regolatore di livello. In queste condizioni, i residui cocciutissimi possono tentare il bilanciamento usando il relativo unico regolatore per ciascun generatore di segnali, annotando febbrilmente in ciascun caso la posizione del cursore. Per i generatori più comunemente usati, ad esempio il fonorivelatore, può essere utile togliere il bottone del regolatore di bilanciamento e riposizionarlo in modo che segni le ore 12 in corrispondenza dell'equilibrio, anche se il suo alberino non è ruotato per la posizione centrale del cursore. Con questo trucco, è facile ricordare che la posizione di ore 12 corrisponde al bilanciamento per i segnali fonografici, però adesso non si può più ruotare di uguali quantità a destra e a sinistra l'albero del potenziometro; è questa una ben dolorosa rinuncia.

PISISTRATO - Dica la verità, lei si è preparato indefessamente (senza inde) per lunghe notti per venire qui a blaterare come ha fatto.
Mi riservo di presentarle un questionario dopo l'ascolto delle registrazioni da me astutamente effettuate durante i suoi spiegoni. Ma lei mi è ancora debitore di altri più modesti spieghini: il bilanciamento del canale fantasma; il bilanciamento con generatori di programma ineguali e per errore di trascinamento; il bilanciamento secondo la posizione dell'ascoltatore; la messa in fase; la riduzione dei disturbi e della distorsione.
DOCENTE - Dica la verità. Lei per sfoderare questa potente offensiva, deve aver tramato con feroci congiurati scovati nei bassifondi della stereofonia, con l'unico scopo di farmi fuori, non essendovi riusciti i famelici compagni ben armati come quel tale soldato. Farò fronte con valide contromisure. Comincio subito.

1) Bilanciamento per l'uscita del canale fantasma.
In taluni preamplificatori stereo c'è una presa per il canale fantasma, dove i segnali dei canali S e D sono presenti in eguale misura. Allora il procedimento di bilanciamento per il canale d'oltretomba si riduce a controllare che ci siano segnali uguali alle uscite dei preamplificatori S e D, che alimentano il tenebroso canale. Si può usare un misuratore d'uscita per controllare le prese S e D degli amplificatori. Il più delle fiate, il misuratore è costituito dall'orecchio che, visto di tre quarti, pare proprio uno strumento. Ciò comporta di connettere alternativamente il complesso di altoparlanti di un amplificatore di potenza alle prese di uscita dei preamplificatori S e D. Certi preamplificatori del patriziato sono forniti di commutatore apposito. Se quest'ultimo non c'è, l'utente (naturalmente egli deve essere più intelligente di lei, signor Pisistrato) deve improvvisarlo. Dopo aver accertato, in presenza del notaio, che i segnali alle suddette prese sono uguali, si devono collegare di nuovo nel modo normale gli amplificatori e gli altoparlanti. Poi si regolano i comandi di livello degli amplificatori di potenza per ottenere globalmente l'equilibrio dell'intero sistema usando il dispositivo di commutazione della fig. 74, ovvero i mezzi dei quali sono dotati gli amplificatori per alternare i suoni dei due complessi di altoparlanti.

2) Bilanciamento delle ineguaglianze dei generatori di programmi. Vedo lunghe serie di occhi stralunati, che ricordano molto da vicino lo scemo del villaggio, ogni qualvolta accenno ai generatori o sorgenti di programmi. Non sono idre dalle 7 teste, ma semplicemente il fonorivelatore, il magnetofono, la radio, il microfono, cioè tutti quegli aggeggi che sono capaci di generare segnali elettrici a frequenza acustica

utilizzati negli impianti sonori. Così si parla di selettore di programma per designare il commutatore che connette a piacere una delle fonti sonore suddette, cioè che cambia il programma della riproduzione. La parola « programma » è presa a prestito dalla terminologia dei calcolatori, la trovate anche nelle lavatrici, nei ferri da stiro, nel risotto e in altri siti. Il selettore di programma non deve essere confuso col selettore di funzioni, che determina il modo di funzionamento di un apparato hi-fi, per es. « mono » o « stereo », « stereo diretto » o « stereo invertito » (senza maligni sottointesi) etc.
Ben peggio sarebbe parlare di « generatore di funzioni » per indicare i generatori di programmi, perché i primi sono misteriosissimi oggetti che forniscono relazioni matematiche altamente specialistiche per la soluzione di scorbuticissimi problemi irti di equazioni differenziali spaventosissime, o per altri subdoli e criminosi scopi. Detto questo, mi accorgo che i subnormali di tutti i villaggi si sono dati convegno qui. Il tempo stringe e io devo tirare diritto evitando di passare per piazza Loreto.
Se i due canali del generatore di programma stereo non forniscono livelli eguali, bisogna compensare il regolatore di bilanciamento della posizione di riferimento. Utilizzare il commutatore dell'amplificatore (se ce l'ha, se no, pazienza) o quel dannato dispositivo di fig. 74 che capita sempre tra i piedi, per alternare il suono fra i due sistemi di altoparlanti finché si stimi con le capaci orecchie di aver raggiunto l'equilibrio.

3) Bilanciamento dell'errore di trascinamento o adattamento.

Una volta bilanciato il sistema stereo con il regolatore principale di guadagno in posizione normale di ascolto, è interessante mettere il naso in ciò che avviene del bilanciamento quando si gira avanti o indietro il medesimo regolatore principale. Ricordo che quest'ultimo è formato da 2 potenziometri coassiali in tandem; è molto facile che i valori resistivi non siano identici per tutte le posizioni angolari dell'asse comune. Allora, il bilanciamento ottenuto col regolatore nella posizione di riferimento, è corretto per i valori resistivi dei due potenziometri in quella posizione. Spostando il cursore, le due resistenze differiscono diversamente e l'equilibrio va a pallino; per ristabilirlo, si ricorre al regolatore di bilanciamento. Si raccomanda di raccogliere in una tabella (da tradurre poi in una gigantografia murale) le regolazioni effettuate per le varie posizioni del comando principale di volume (2 o 3 mila rilevamenti potranno bastare).

4) Bilanciamento della posizione di ascolto.

Fiere discussioni sono sempre attuali sull'opportunità di effettuare

la regolazione del bilanciamento, quando l'uditore non è piazzato equidistante dai due diffusori acustici. C'è chi sostiene che se l'ascoltatore si sposta dall'equidistanza, si trova nella condizione di un Tizio che nella sala da concerto si siede in una poltrona a destra o a sinistra; ciò avviene frequentemente, perché generalmente le sale da concerto non sono conformate a stretto corridoio centrale, dove i musicofoli prendono posto uno dietro l'altro, fin che ce ne stanno, poi in ordini sovrapposti fino al soffitto.

5) Messa in fase.

In un impianto stereo è di grande importanza la corretta fasatura dei due sistemi di altoparlanti. Non starò a ripetere qui ciò che ho già trattato diffusamente nelle precedenti lezioni, alle dispense delle quali rimando gli interessati a questo argomento (Pausa)... Nessuno si muove, si capisce che l'argomento non è interessante.

6) Riduzione dei disturbi e della distorsione.

I regolatori di livello dei preamplificatori e degli amplificatori di potenza non servono solo a scopo di bilanciamento, ma svolgono in silenzio e con esemplare umiltà anche l'impegnativa funzione di minimizzare i disturbi e la distorsione. Altrimenti che ci starebbero a fare in un impianto monofonico dove non c'è niente da bilanciare? La rumorosità e la distorsione sono maggiormente deleterie in stereofonia, perché, oltre a essere offensive in se stesse, tendono perfidamente a distruggere l'effetto stereo. I regolatori di livello del preamplificatore intervengono a impedire che generatori di segnali prepotenti (come i fonorivelatori piezoelettrici, i sintonizzatori radio, gli amplificatori dei nastri, il suono della TV) sovraccarichino il preamplificatore, quando detti violenti segnali attraversano vari stadi, prima di raggiungere il regolatore di volume.

Analogamente essi evitano il sovraccarico degli stadi successivi al preamplificatore aggiuntivo per i generatori a basso livello (fonorivelatori magnetici, testine di magnetofono, microfoni).

Il regolatore di livello d'entrata dell'amplificatore di potenza può servire a minimizzare il disturbo proveniente dal preamplificatore. Inoltre il regolatore in oggetto evita di pilotare l'amplificatore di potenza con segnali bombardieri, che metterebbero K.O. gli altoparlanti (compreso il « Bombardone » della Philips).

Il traguardo è di abbassare il livello all'amplificatore di potenza per ridurre i disturbi trasmessi dal preamplificatore dopo il regolatore di volume. Qui il serpente si mangia la coda: ciò significa che il preamplificatore deve fornire un segnale più intenso, tanto per cominciare, ma questo è un mezzo sicuro per aumentare la distorsione. Qui faccio

appello alle vostre facoltà ingegneristiche, quando abbassate il livello dell'amplificatore di potenza, assicuratevi, mobilitando le vostre orecchiette, eventualmente affiancando loro anche quelle cardiache (i ventricoli non servono), che il preamplificatore non sia costretto a lavorare con certi tipacci di segnali capaci di dar luogo a fiere distorsioni. La cosa non è tragica con i preamplificatori, che possono sputare da 2 a 4 volt con distorsione impercettibile, mentre gli amplificatori di potenza possono essere pilotati pienamente con segnali di 0,1 ÷ 0,5 volt all'ingresso.
E' mò soddisfatto signor Pisistrato?
PISISTRATO - Riconosco che qualche panzana me l'ha raccontata. Confesso che le tenebre più fitte mi separano dalla trasmissione stereo per via radio. Lì non capisco proprio niente. La prego, ma non interpreti quest'atto come macchia del mio stemma, di erudirmi in proposito.
DOCENTE - A lungo ho combattuto entro di me se conveniva o meno inserire nel Corso la radiotrasmissione stereo a MF multiplex, perché l'argomento richiede, per la sua comprensione, ben altro livello mentale del vostro, né posso far nulla, perché siete tutti sprovvisti di regolatore di livello intellettuale e culturale. Dato però che il signor Pisistrato si dimostra interessato, farò della radiostereofonia l'oggetto della prossima lezione, dove l'argomento sarà trattato a volo di jet supersonico.
PISISTRATO - Ho capito. Non ne sa niente neanche lei, perciò prende tempo per istruirsi in proposito. Faccia pure; io l'attendo a pié fermo.
Coro degli uditori discenti:

« *Prepotente Pisistràto (*), l'ostracismo colpiratti*
greco figlio colonnello, non ci fare uscire matti ».

(*) Licenza Poetica.

Il consenso unanime confermato dal suffragio universale allo svolgimento della

LEZIONE XIII

LA RADIOSTEREOFONIA

fece sì che gli uditori stipendiati si dividessero in varie fazioni tipo Cerchi e Donati e si avventassero gli uni contro gli altri dilaniandosi in un'avvincente gara alquanto megatonica.
Spazzati i miseri resti dei soccombenti, il Professore rileva che il numero dei presenti vitali è $n/2^{12} = n/4096$ con manifesto significato del simbolo n.
Pieno di ansia e di mistero s'alza il coro dei discepoli:
« *Stereo in aria e multiplèx, stereoradio in emme effe*
ci propina o vil marrano, ma risparmiaci le beffe! »

1. Introduzione

DOCENTE - Acciocché non mi si faccia l'appunto di aver bistrattato la radiostereofonia, metto avanti le piote e ammonisco (non con le piote) che l'argomento è di natura scorbutica e non può essere trattato in modo semplice. Inoltre comporta problemi in numero tale da potersi descrivere solo con una massa di volumi, per riporre la quale non basterebbero gli scaffali di dieci + una biblioteca vaticana. Laonde sia ben chiaro che mi limiterò ad esporre i concetti fondamentali, senza addentrarmi nell'oceano dei codificatori e decodificatori, per non avere

il rimorso di avervi gettati in un naufragio senza remissione.
La radiodiffusione stereofonica si può suddividere in 4 categorie: a) MF-MA (spesso chiamata « Simulcasting ») che sfrutta una stazione trasmittente MF (modulazione di frequenza per gli assistenti universitari) per trasmettere un canale di un programma stereo e una stazione MA (modulazione di ampiezza per gli assistiti dagli assistenti universitari) per trasmettere il 2° canale; b) MF-MF, dove due stazioni MF trasmettono i due segnali stereo (spesso chiamata « multicasting »); c) Multiplexing, dove un'unica stazione MF trasmette entrambi i segnali di un programma stereo, utilizzando le tecniche più recenti e perfezionate. Il sistema multiplex rappresenta la via logica per la radiodiffusione stereofonica; d) Stereo MA, dove entrambi i canali vengono trasmessi da una sola stazione MA. Le tecniche multiplex sono di due tipi; sistema Halstead e sistema Crosby.

Classi di radio stereofonia

— MF-MA (un canale in MF; l'altro canale in MA, 2 stazioni)
— MF-MF o Multicasting (entrambi i canali in MF; due stazioni)
— ultiplexing (entrambi i canali in MF; 1 stazione)
  sistema Halstead
  sistema Crosby
— Ma stereo (entrambi i canali in MA; 1 stazione).

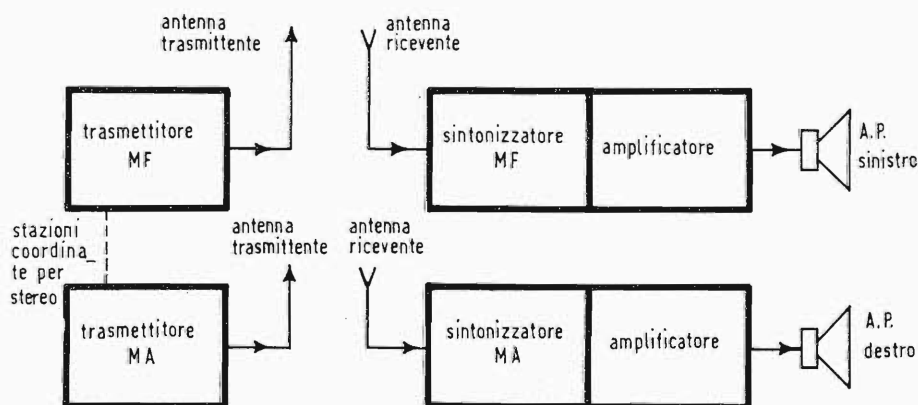


Fig. 107 - « Simulcasting » stereo MF-MA.

PISISTRATO - E' a tutti noto che lei è un impenitente autocrate egocentrico, ma che arrivasse a storpiare le sigle internazionali per far rifulgere la sua originalità, è un po' troppo! Se tutti scrivono, stampano e pronunciano « FM e AM » mi dice perché lei si arbitra a invertire le lettere trasformando le sigle in « MF e MA »? Senza contare il pericolo di una fatale ambiguità con la « Media Frequenza » (MF), che potrebbe avere conseguenze letali!

DOCENTE - L'ignoranza della legge non è ammessa e gli ignoranti vengono inesorabilmente condannati. Se lei non fosse l'ignorantissimo tra gli ignoranti saprebbe che in Italia, vigono le seguenti convenzioni: MF = Modulazione di Frequenza; MA = Modulazione di Ampiezza; FI = Frequenza Intermedia (la sigla MF, da Faustolo in poi, non significa Media Frequenza). All'estero le cose vanno come dice lei, ma in Italia tutte le cose vanno peggio che all'estero, quindi anche le sigle sono invertite e ad esse mi attengo, a meno che lei non faccia emettere una legge che obblighi ad andare contro la legge.

2. Simulcasting (= Radiotrasmissione simultanea)

Questo primo sistema è stato per l'addietro il più popolare. Il suo schema a blocchi di principio è riportato in fig. 107.

Le due stazioni emittenti possono essere una stazione MA e una stazione di televisione, dove il suono viene appunto emesso in MF. Il sistema MF-MA, per quanto presenti alcune limitazioni tecniche, deve la sua popolarità al fatto che richiede un minimo di attrezzature rispetto agli altri sistemi, sia in trasmissione, sia in ricezione. Per esempio, in America, a diverse e svariate stazioni MA è stata aggiunta la MF, per cui si sono richiesti modesti aggeggi addizionali per trasmettere i canali S e D di un programma stereo con due trasmettitori separati. Da parte dell'utente ricevente, non è necessario ch'egli si approvvigioni di un secondo complesso di alta fedeltà per ricevere il 2° canale. Egli può, come indica la fig. 108, procurarsi semplicemente un radioricevitorucolo MA per il canale destro, utilizzando il suo marchingegno hi-fi per il canale sinistro.

PISISTRATO - Che magnifica boiata! Un canale hi-fi di 300 W, l'altro distorto come un Rigoletto di 2,5 W, e l'equilibratura, il bilanciamento stereo dove vanno a finire?

DOCENTE - La polizia indaga. Intanto, l'utente si porta in casa la stereofonia e con volpina abilità, al compleanno della moglie, della suocera e in tutte le liete ricorrenze, farà ricchi « presenti », che, guarda caso,

riguardano il 2° canale, al quale lui si dichiara del tutto disinteressato. In trasmissione, la febbre di accalappiare l'abbonato stereofilo, non deve far dimenticare il primitivo e impegnativo dovere di soddisfare anche quello monofonico. Bisogna cioè fare in modo che ciascun microfono capti sostanzialmente tutto il suono, cosicché nessun ascoltatore monofonico, tanto della stazione MF, quanto della stazione MA, sia defraudato di una qualsiasi parte del programma. Per i soliti cucurbitacei, mi spiego meglio: bisogna che la distanza fra i microfoni del canale S e del canale D non sia esagerata a scapito della riproduzione monofonica. D'altro canto, se si dispongono i microfoni troppo vicini tra loro, si arrischia di compromettere l'effetto stereo. Il giusto compromesso può affievolire le alte strida degli abbonati alle radio audizioni mono e stereo, tutti egualmente scontenti e depressi. A titolo di orientamento, vi dirò che la distanza fra i microfoni S e D non deve

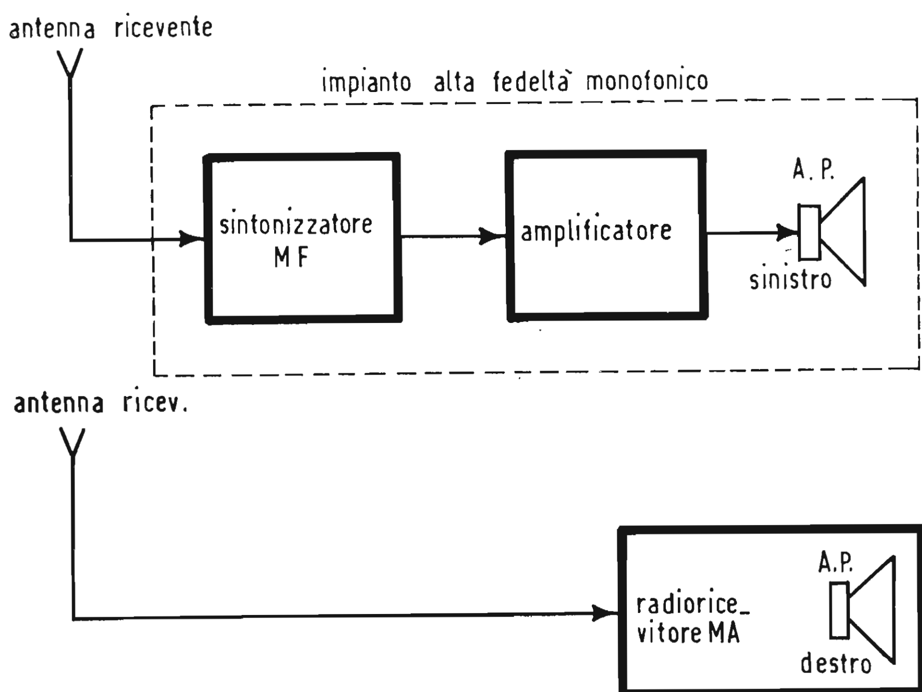


Fig. 108 - Conversione a stereo molto economica.

generalmente superare 1,2 metri, che accomoda le varie esigenze almeno fino a che i gruppi musicali sono quartetti, quintetti, o duo-pianistici. Con questo genere di programmi, non si sono avute gravi lamentele, per la semplice ragione che sono talmente barbosi che nessuno li ascolta.

Lascio alla vostra comprensione, per anchilosata che sia, di figurarvi il guaio che sorge quando si trasmette un disco o un nastro commerciale, per i quali non si può più controllare e regolare la distanza tra i microfoni. Per evitare le tragiche conseguenze di questo ponderoso problema, bisogna buttar via tutti i dischi e i nastri registrati con microfoni troppo spaziati, se non si vuole che l'uditore monofonico si lamenti come un Federico qualsiasi. E' chiaro che questi palliativi non possono opprimere le deficienze del sistema simulcast e fanno anelare al più tecnicamente evoluto sistema multiplex. Frenate la vostra impazienza, il multiplex sarà discusso un poco più tardi. Giacché ci siamo, vi parlo di un'altra grossa magnaga dello stereo MF-MA: il segnale MA è soggetto a grave degradazione, la cui infezione può essere contratta in trasmissione, nel percorso stereo delle radioonde e in ricezione. La degradazione del segnale MA sta principalmente nella perdita delle alte frequenze acustiche, perché molte stazioni MA, per evitare interferenze con altre adiacenti (spaziatura 9 kHz), irradiano modulazioni non oltre i 5 kHz, e l'alta fedeltà se la mangia il lupo mannaro. Le cose non vanno molto meglio neppure se la emittente MA trasmette fino a 10 kHz, perché i sintonizzatori dei radioricevitori non sono in grado di rispondere a tale modulazione.

Nelle migliori delle ipotesi, la risposta in frequenza dei sintonizzatori (anche di quelli che si pavoneggiano portando ben visibile il distintivo di alta fedeltà) è uniforme fino a 5 o 6 kHz. Solo qualche sintonizzatore crumiro risponde bene fino a 8 o 9 kHz.

Visto che gli inventori del simulcasting si mettono a piangere copiosamente, tentiamo di consolarli un quid, dicendo che detto sistema è sempre un mezzo pronto per fare della stereofonia; che in alcuni casi il problema della piena risposta alle alte frequenze non ha importanza per il canale MA e comunque la difficoltà può essere superata dalle recenti tecniche di trasmissione (è evidente l'allusione alla trasmissione a banda laterale unica) anche se parzialmente ancora allo stato sperimentale per la radiodiffusione circolare.

PISISTRATO - In che cosa consiste la peculiarità di questo sistema di trasmissione?

DOCENTE - La sua peculiarità consiste in un gioco dei bussolotti in virtù del quale una stazione può trasmettere una banda di frequenze doppia

di quella possibile con la normale MA a doppia banda laterale, entro la stessa frazione dello spettro delle radio frequenze. Chi vivrà vedrà. Per ora il canale MA è condannato ad una limitata risposta alle alte frequenze. Ciò nuoce all'illusione stereo e tende a far drizzare l'orecchio verso l'altoparlante più squillante. E' appena utile rammentare che il canale MA è messo K.O. dai disturbi, mentre il canale MF se la ride con la pancia sorretta da entrambe le mani quando disturbi di estrema sinistra o destra gli si avventano contro. Lo stesso dicesi per il fenomeno di evanescenza (fading) e per altri disturbi di vario genere. Se chi vuol ricevere la stereofonia MF-MA ha l'accorgimento di abitare in una baracca appositamente installata sotto l'antenna MA, i disturbi vengono superati dalla potente intensità del segnale e la fedeltà può sembrare alta anche, se non lo è, ma se la suocera si oppone al trasloco, non c'è niente da fare; bisogna ingoiare i disturbi e altre interferenze, con il risultato che il sogno di una sorgente sonora diffusa nel canale di ascolto va in fumo. Se poi manca il portacenere, le sentite voi moglie e suocera!

3. Multicasting

Il multicasting differisce dal simulcasting per il 2° canale, che è anche esso trasmesso in MF come il primo. Ciò vale al multicasting la classificazione di sistema MF-MF.
Ciò comporta il coordinamento fra due stazioni emittenti MF, non sempre facilmente ottenibile. Al lato ricevente chi sono quei fessi che hanno due sintonizzatori MF, due preamplificatori, due amplificatori di potenza, due sistemi di altoparlanti perfettamente uguali? Questo ostacolo non ha permesso al sistema MF-MF di progredire un gran che, né si prevede che ad esso si apra un avvenire molto roseo. Per puro spirito di contraddizione, non pochi sprovveduti si sono dichiarati entusiasti nell'udire entrambi i canali in MF e pronti a qualsiasi sacrificio per procurarsi le necessarie attrezzature riceventi. Dal punto di vista tecnico, bisogna fare tanto di cappello al sistema MF-MF. Il problema di coordinare due trasmittenti MF non è terribile. C'è sempre la spina nel cuore della monofonia, che limita la spaziatura tra microfoni in trasmissione, a danno dell'effetto stereo. Non basta: pensate cosa capita se in ricezione si usano due sintonizzatori differenti tra loro. E' noto a coloro che non sono tonti come voi che per la trasmissione in MF si opera una preaccentuazione delle alte frequenze, a partire da circa 1 kHz fino alla competenza di 10 dB a 7,5 kHz e 15 dB a 20 kHz.

PISISTRATO - Non cominciamo a imitare la principessa Turandot ricercata collaboratrice della « settimana enigmistica ». Si spieghi meglio.

DOCENTE - Quando si trasmette in MF, si teme che le alte frequenze di modulazione si perdano nel rumore di fondo, allora si rinforzano in modo crescente con la frequenza (ma più che in proporzione diretta). Se a 1 kHz si impiega ad es. un etto di intensità, a 7,5 kHz occorrono 3,16 etti, a 20 kHz sono necessari 5,62 etti. E' chiaro che il ricevitore deve rimettere le cose a posto presentando una deaccentuazione, che segua una curva speculare di quella preaccentuazione. Allora i 7,5 kHz devono essere attenuati di 10 dB ossia a 0,316, mentre i 20 kHz subiscono l'attenuazione di 15 dB, pari alla riduzione a 0,178. Solo così la risposta è uniforme su tutte le frequenze.

PISISTRATO - Fare e disfare è tutto lavorare! Che gusto c'è ad aumentare di un tot gli acuti in trasmissione e poi abbassarli dello stesso tot in ricezione? Era molto più semplice lasciare le cose come stavano. Ma i grandi tecniconi non sono contenti se non complicano anche la pasta asciutta con i dB. A proposito, che cavolo sono questi dB? Io ho sempre fatto finta di saperlo, ma sentendomi prossimo a morte a motivo del corso hi-fi, propendo per la confessione ecumenica delle mie peccata.

DOCENTE - La preaccentuazione esalta le alte frequenze. perché vengono fortemente attenuate nel percorso dalla trasmissione all'emergenza dagli altoparlanti. In ricezione si deve eliminare l'eccesso di acuti, dopo la compensazione delle perdite. Se per es. io accentuo di 3 volte una frequenza in trasmissione, e lungo il percorso il segnale viene dimezzato, arriverebbe all'orecchio con intensità 1,5 volte quella originale; per ripristinare l'uniformità della risposta, devo attenuare di mezza volta il segnale ricevuto. Se non avessi avuto un'abbondanza di quella frequenza, difficilmente avrei potuto stabilire l'equilibrio.

PISISTRATO - Perché lei non è buono a nulla. Basterebbe amplificare maggiormente quella frequenza, gli amplificatori sono stati inventati proprio per casi come questo.

DOCENTE - Con la preaccentuazione ci si mette al sicuro di ritrovare sempre la frequenza desiderata. Se questa venisse attenuata del 100%, non arriverebbe al ricevitore e allora hai voglia ad amplificare quello che non c'è. E' meglio procurarsi un segnale esuberante, poi buttar via ciò che è di troppo.

PISISTRATO - Esagerato! E coi dB come la mettiamo?

DOCENTE - Ho in animo di dedicare l'ultima lezione ai quesiti che ognuno di voi mi proporrà. Rimando perciò la spiegazione dei dB a quella lezione.

PISISTRATO - Ho capito, non lo sa e vuole consultarsi con qualche pa-

paverone che la sa lunga. Accetto il rinvio ed esorto i compagni di sventura a formulare domande su questioni pratiche, che speravo lei trattasse spontaneamente.
DOCENTE - Dunque la deaccentuazione riporta gli acuti al livello originale attenuando il segnale ricevuto e con esso anche i disturbi che è un'altra ragione per introdurre il sistema pre-deaccentuazione. Non tutti i sintonizzatori presentano la curva normalizzata di deaccentuazione. Alcuni attenuano gli acuti in misura minore del prescritto, per cui si ha una risposta fin troppo brillante. Usando due sintonizzatori con curve di accentuazione diverse, ne risulta che gli acuti riprodotti da un sistema di altoparlanti sono in misura diversa di quelli riprodotti dall'altro sistema di altoparlanti e chi ne va di mezzo è l'effetto stereo (a meno che si applichi il segnale più ricco di acuti agli altoparlanti più « scuri » e il segnale più tagliato agli altoparlanti più brillanti).
Si è arrivati a trasmettere in MF tre canali stereo: 2 stazioni MF per i canali S e D, e una stazione TV per il canale centrale. In ricezione, basta usare anche il televisore per ricevere il suono per ottenere lo stereo completo con canale fantasma lussuoso.

4. Multiplexing

A dire il vero, il sistema multiplex non ha mai brillato per la rapidità dei progressi, tuttavia alcuni depravati vedono in esso l'unico mezzo presente, futuro (anche anteriore) per fare della radiostereofonia. Il multiplexing permette di trasmettere un programma stereo da una sola stazione, con alta qualità per entrambi i canali e con piena soddisfazione per gli ascoltatori sia stereo, sia monofonici.
Un uditore qualunque, tonto come voi, con la semplice aggiunta di uno speciale adattatore multiplex al suo attuale sintonizzatore MF, può ricavare il 2° canale da una data stazione MF.
Guardate per esempio la fig. 109. Il suono del canale S è fornito da un sintonizzatore MF ad un amplificatore e ad un altoparlante nel modo più volgarmente popolare. L'adattatore prende un segnale da un conveniente punto entro il sintonizzatore, poi approfitta indegnamente di questo segnale per derivare il suono del canale D, che viene vilmente consegnato alla seconda catena amplificatore-altoparlante.
PISISTRATO - Si può sapere cosa significa multiplexing?
DOCENTE - Si tratta di uno di quei termini che sono intraducibili. In italiano si dovrebbe dire « multiplessaggio, o multiplazione o plurizzazione etc », ma nessuna Rai-TV ha ancora legiferato di adottare simili aberrazioni linguistiche. Il significato è quello di tecnica multipla e ver-

rà chiarito dopo che se ne sarà afferrato il principio funzionale.
Le origini del multiplex risale al 1934 quando M.F.H. Armstrong cominciò a pasticciare con le tecniche multiplanti. Dopo la 2ª guerra mondiale, una calamità di essa ben più grave si abbaté sulla misera umanità: un fottio di ditte e laboratori di ricerca svincolatisi dalle pastoie delle plutocrazie, sfogarono i loro bestiali istinti stereo radiofonici scendendo a precipizio per la china dannatrice del multiplex. Nessuno poté più fermarli! Spinsero il giallo delle loro menti malate a usare un'emittente non solo per il suono, ma introducendo criminosamente anche il facsimile per riprodurre in casa degli abbonati fotografie...
PISISTRATO - Pornografiche eh?
DOCENTE - Non furono classificate tali..., informazioni stampate etc. Senonché i segnali del facsimile non tardarono a rivelare il loro vero volto di gangster e cominciarono a interferire con i segnali audio, che ne risultarono rapinati e malconci.

Ecco come sorse l'idea di trasmettere simultaneamente due segnali di natura diversa come il suono e il facsimile, senza reciproche interferenze, con bassa distorsione, piccoli disturbi, e massima soddisfazione per gli utenti ciechi (radioascoltatori) e quelli sordi (ricevutori d'immagini in facsimile).

La prima esibizione pubblica di trasmissione multiplex fu offerta dalla Multiplex Development Corp. nel 1950 a New York City, con 2 microfoni distanziati per captare un trio strumentale così barboso (senza arrivare alle vette dell'onor del mento del nostro trio Chesi Zanardelli Cassone) che il sistema arrischiò di naufragare miseramente. I pochi eroici superstiti affermarono che l'esibizione racchiudeva in sé qualcosa di veramente impressionante. E' chiaro che si trattava di venduti, tanto più che il « subnormale » (come allora si chiamava il 2° canale stereo) era limitato a 8 kHz. Un vero schifo! Nel '53, eccoti raffiorare Armstrong con una nuova dimostrazione multiplex alla Columbia University. Il suo sistema non era però compatibile, nel senso che un utente, di quelli con la testa di corindone, che si ostinava a volere la monofonia, non poteva più usare il suo sintonizzatore. Si doveva allora acquistare un sintonizzatore speciale per ricevere un programma trasmesso con la tecnica multiplex inventata da quella testa di cavolo (per non dire peggio) di Armstrong, anche se l'utente aborriva lo stereo e, a motivo del corindone, idolatrava la monofonia. Inutile dire che Armstrong venne bocciato agli esami di proscioglimento della 2ª elementare e vari appartenenti ad altri gruppi dotti in materia di trasmissione gli insalivarono abbondantemente il naso, sfoggiando

metodi che permettevano l'uso di un convenzionale sintonizzatore MF, senza riguardo al fatto che il programma trasmesso da una stazione sulla quale l'utente era sintonizzato, fosse multiplex. Fu così che nel '55 non ci fu più scampo: il multiplex era pronto per l'uso pubblico. Sorsero apparecchiature capaci di soddisfare i requisiti dell'alta fedeltà rispetto alla risposta in frequenza, alla distorsione, al rapporto segnale/disturbo. Questi mostri riproducevano oltre i 15 kHz su entrambi i canali. Il rapporto segnale/disturbo era migliore di 60 dB per il canale principale, e almeno 55 dB per il subcanale (si ostinavano a chiamare così il 2° canale, occorsero lunghi anni di aspre lotte sindacali per ottenere la parità dei due canali) pari a quello di un sistema MF monofonico e migliore di un sistema MA monofonico. In quanto alle distorsioni (armonica e d'intermodulazione), erano mantenute...
PISISTRATO - Che immoralità!
DOCENTE - Sotto lo 0,5% sul canale principale e sotto l'1,5% per il canale secondario entrambi al livello massimo (piena modulazione) assicurandosi così il passaporto per l'ingresso nel Wallhalla dell'hi-fi.

5. Trasmissione e ricezione multiplex

Le figure 110 e 111 illustrano il sistema multiplex Halstead. Vedete

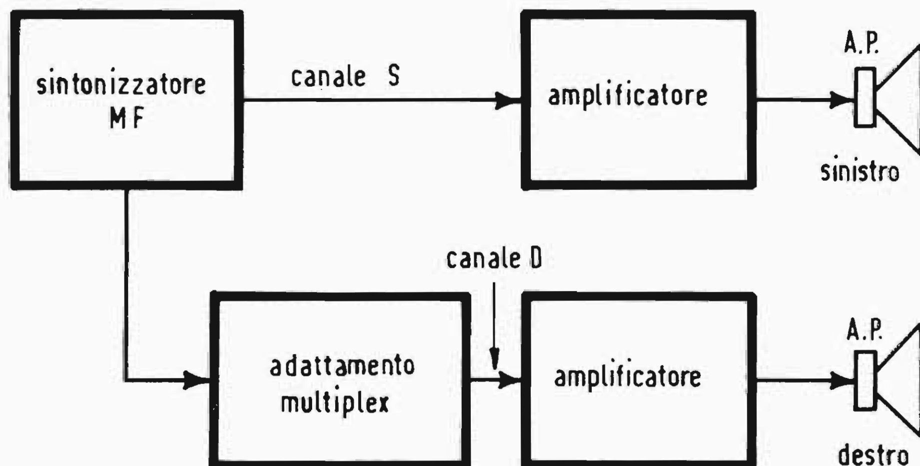


Fig. 109 - Componenti di un impianto multiplex ricevente.

la mia diabolica abilità per tener viva la « suspence »?
Vi farò penare ancora per ben lunga pezza prima di sciorinarvi il sistema Crosby, il vero sistema in uso per la radiostereofonia! Dette figure forniscono una spiegazione elementare, ma di base del funzionamento del sistema, di come si forma il segnale multiplex a scopo di radiodiffusione e di come esso viene decifrato in ricezione. In fig. 110, il canale S è rappresentato con caselle rettangolari, mentre le caselle quadrate si riferiscono al canale D. Il segnale audio sinistro S viene miscelato in una portante RF, diciamo 97,3 MHz (questo valore è preso a caso a titolo di esempio; però se lo cambiate, poi non va più bene niente) in un modulatore di frequenza. Il risultato del casto (ma non troppo) connubio è una portante modulata in frequenza, cioè tale

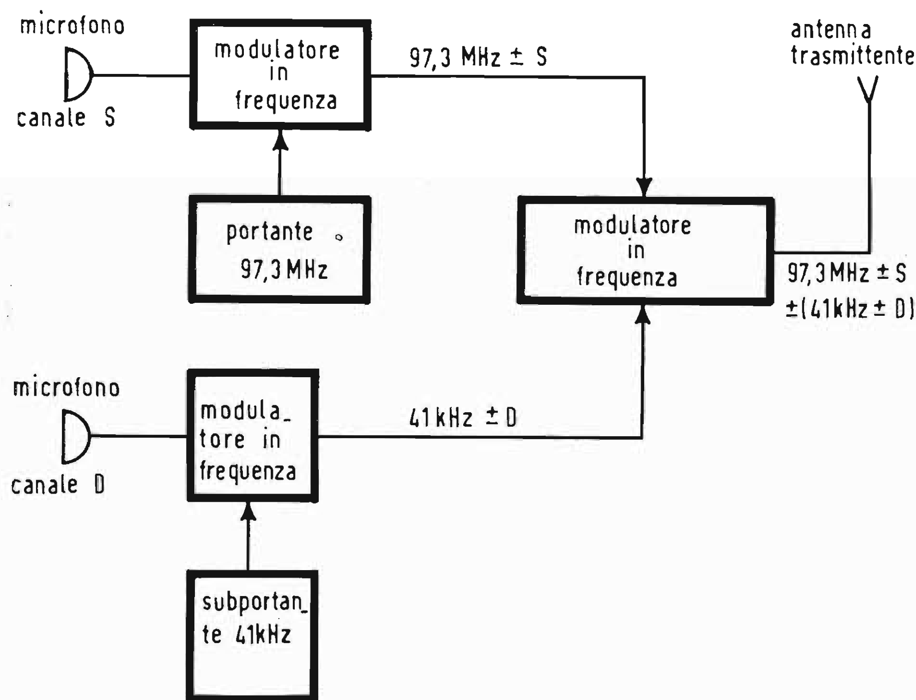


Fig. 110 - Schema a blocchi semplificato della formazione di un segnale multiplex per radiodiffusione stereofonica.

che la sua frequenza varia in più o in meno di una quantità $\triangle$F rispetto al valore centrale F della portante in assenza di modulazione, $\triangle$F dipende dall'intensità del segnale audio S modulante, la cui frequenza determina il numero di volte che tali variazioni si ripetono in 1 secondo. In modo addirittura avvilente per la sua semplicità, possiamo rappresentare la MF con l'espressione 97,3 MHz ± S.

Analogamente il segnale audio D modula in frequenza un'altra portante, che, sempre per puro caso, scegliamo di 41 kHz (ma guai a chi tenta di cambiarla!), cioè un poco al di sopra della gamma acustica. Dal nuovo concubinato nasce il segnale 41 kHz ± D, avente come culla il 2° modulatore di frequenza. Avviene ora irreparabilmente l'incestuoso accoppiamento tra i segnali 41 kHz ± D e 97,3 MHz ± S; il talamo questa volta è rappresentato dal 3° modulatore. Ne nasce un meticcio del tipo 97,3 MHz ± S ± (41 kHz ± D). Se avete un briciolo di comprendonio capite che la RF 97,3 MHz risulta modulata sia da S, sia dai 41 kHz, quest'ultima a sua volta essendo modulata da D. Una simile suineria rappresenta il segnale che il trasmettitore affida all'etere. La fig. 111 tenta di rimediare a tanta nequizia; istituendo un processo inverso. Anzitutto il segnale multiplex viene applicato ad un convenzionale sintonizzatore MF accordato a 97,3 MHz. Esso rivela i segnali S e 41 kHz ± D. Questi due segnali passano attraverso ad un circuito di deaccentuazione degli acuti, perché, come sappiamo, il segnale MF deve sottostare in ricezione ad un'energica attenuazione delle alte frequenze audio, per compensare l'esaltazione operata in trasmissione di dette frequenze. All'uscita del sintonizzatore convenzionale, si trovano un segnale S uniforme e un segnale 41 kHz ± D fortemente attenuato, quest'ultimo, essendo oltre i limiti di udibilità, non si sente in nessun caso, pertanto che ci sia o no, a noi che ne confrica? Riportandoci all'ingresso del circuito di deaccentuazione, preleviamo i segnali S e 41 kHz ± D rivelati (ma non deaccentuati) e consegniamoli all'adattatore multiplex, raccomandandogli con le lagrime agli occhi di trattarli bene, perché sono appena nati e tanto graziosi. Ma l'adattatore ha le sue leggi ferree anzichenò ed ammette solo i segnali sopra i 15 kHz. Avendo accettato il segnale 41 kHz ± D e respinto il segnale S, l'adattatore procede alla rivelazione di D (informazione audio del canale destro), poi con un calcione mette fuori della porta (uscita) il segnale D. Concludendo: all'uscita del sintonizzatore si raccoglie il segnale S (perché 41 kHz ± D è stato quasi cancellato), mentre all'uscita dell'adattatore si raccoglie il segnale D, i quali dopo tante peripezie, si ritrovano e si baciano, felici di ricostruire il suono stereo.

6. Aggiornamenti del sistema Halstead

L'installazione di un apparato multiplex in una stazione MF non è un giochetto da ragazzini, non si tratta di aggiungere semplicemente gli aggeggi necessari per allestire il 2° canale. Bisogna integrare, adattare, interconnettere il nuovo materiale con quello vecchio. Ben si sa come vanno a finire i matrimoni quando la sposa è giovanissima e lo sposo è canuto.

PISISTRATO - E lei ne sa qualche cosa, vero? Si capisce che parla con cognizione di causa.

DOCENTE - Ma lei non fa che procurarmi grattacapi!

PISISTRATO - Che le dicevo? Gratti, ma non le darà giovamento.

DOCENTE - Oh insomma basta! Spesso l'apparato preesistente non è

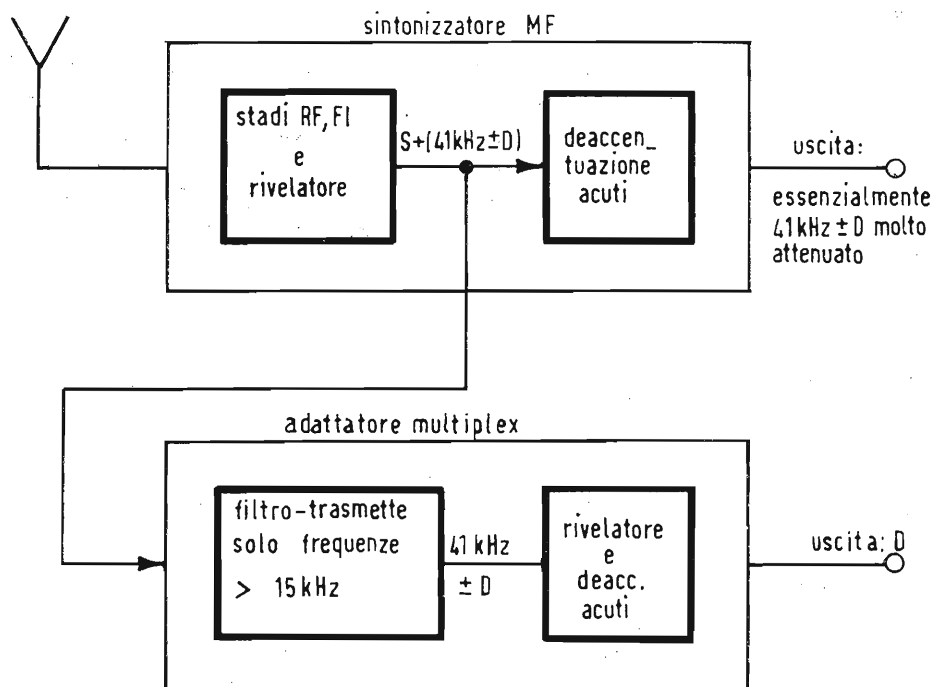


Fig. 111 - Schema a blocchi semplificato della rivelazione delle componenti S e D di un segnale multiplex.

stato progettato per le terribili esigenze del servizio multiplex. Allora quando si vuol trasformare una vecchia stazione MF in multiplex, conviene buttarla nella pattumiera e rifare tutto ex nuovo. In tanta miseria, l'utente che fa? acquista uno speciale sintonizzatore per la ricezione della musica di sottofondo (quella che fa rigurgitare sempre più i manicomi, di internati tutt'altro che pazienti), accordato su di una unica frequenza (quella della stazione che sparpaglia la musica ambiofonica sul 2° canale). Questa unità assomiglia moltissimo ad un convenzionale sintonizzatore e contiene inoltre un adattatore ed un amplificatore audio, che non ha nulla in contrario a pilotare alcune migliaia di altoparlanti al normale livello della musica d'ambiente. L'adattatore contiene un dispositivo di ammutimento che può eliminare il suono, sfruttando uno speciale controllo trasmesso dalla stazione e sintonizzabile entro il ricevitore multiplex. Lo scopo di far zittire tutti è di eliminare le parti del programma dirette a certi utenti patrizi e vietate ai plebei minorenni.

PISISTRATO - Di grazia, quali sarebbero queste parti riservate?

DOCENTE - Per es., le ultime notizie, le informazioni meteorologiche, i listini di borsa e tutte le altre parti vergognose. Sebbene l'uso principale del multiplex sia l'ascolto della musica e di altro materiale del programma sul subcanale, lo sviluppo tecnico e pratico di questo sistema preludia al suo impiego domestico (i selvaggi lo usano già). Con l'aumentare dell'interesse per la stereofonia, largamente imputabile ai dischi e nastri stereo, non occorre essere Napoleoni per prevedere che il multiplex arà utilizzato sempre più per la radiostereofonia. L'impiego del subcanale per la radiodiffusione circolare non comporta necessariamente aggravi finanziari all'Ente trasmittente. Per cominciare, il multiplex potrebbe essere messo a disposizione sulla base di abbonamento. Seconda scappatoia: una stazione MF è in grado di trasmettere non uno, bensì due subcanali, uno dei quali da destinare al pubblico (è il servizio pubblico che conta quando si chiede una licenza di trasmissione) e l'altro ad utenti commerciali, come ristoranti, sale di ritrovo etc., che sgancino sesterzi per sentire la musica loro riservata (se ne troveranno fessi simili?)

7. Multiplex di abbonato

Siccome l'esercizio multiplex costa assai, si è pensato di farlo pagare a chi lo vuole mediante un canone extra. Siccome poi, una volta che la trasmissione fosse in atto, potrebbero riceverla anche i non abbonati speciali, i pensatori di professione hanno escogitato un sistema

comportante un super speciale sintonizzatore a schede perforate secondo un codice inventato ad hoc; la stazione trasmittente emetterebbe segnali ultraacustici pure codificati secondo i fori delle schede; la ricezione di tali segnali agirebbero sulle schede, che a loro volta sbloccherebbero il ricevitore e permetterebbero l'ascolto musicale solo agli abbonati. Le schede verrebbero inviate settimanalmente agli abbonati. Più semplice sarebbe l'emissione di un noiosissimo fischietto coprente il programma speciale, in modo che i non abbonati sentano solo il fischietto, quest'ultimo verrebbe annullato nel ricevitore di abbonato. La cosa è più che mai bestiale e lasciamola lì.

8. Il sistema multiplex Crosby a matrice

In una radiodiffusione stereo MF-MA, si è visto che per conservare la qualità del segnale di ciascuna stazione, è necessario non spaziare troppo i microfoni per evitare che uno di essi o entrambi non riescano a captare una parte considerevole dei suoni. L'inconveniente è comune anche alla stereofonia MF-MF e Halstead. Inversamente, tenendo i microfoni molto vicini, come richiede la trasmissione stereo multiplex, gli utenti, che ricevono solo la monofonia risultano sacrificati, perché possono ricevere solo una parte del suono trasmesso. Il siste-

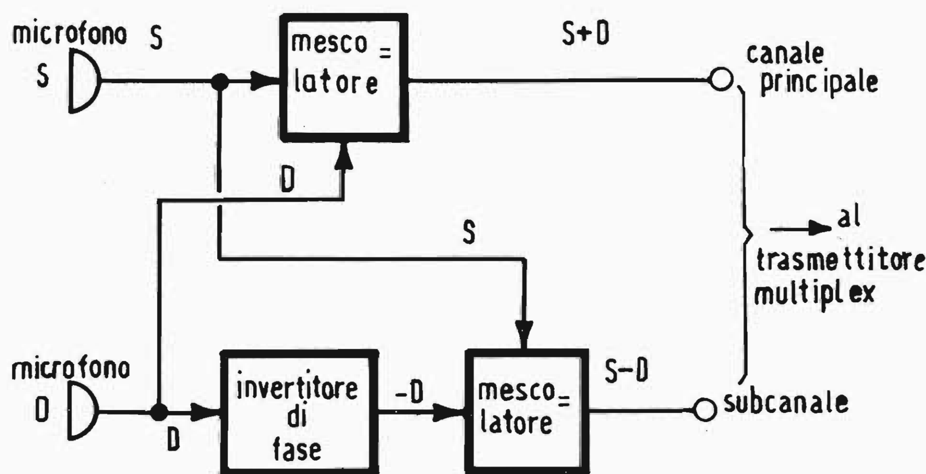


Fig. 112 - Schema a blocchi della matrizzazione dei segnali stereo per radiodiffusione multiplex (sistema Crosby).

ma Crosby risolve questo assillante problema, nel modo indicato in fig. 112. I segnali audio S e D sono generati dai rispettivi microfoni, poi sommati a dare un segnale composito S + D, che si mangia tutto il suono. Il segnale composito si lascia trasmettere come canale principale, senza neanche arrossire un pochino. La trama infernale ordita dalla Crosby viene adesso: uno dei due segnali, diciamo il destro, viene brutalmente assoggettato ad un'inversione di fase (sfasamento di 180°). Sarebbe come dire che se in un dato istante il segnale D originale è positivo, il segnale D invertito è negativo e viceversa. Chiamiamo arditamente —D il segnale invertito, sommando —D a + S, si ha la comma S—D, orbene questo segnale differenza viene irradiato come subcanale.
Al terminale ricevente, l'uditore (non sa fare altro che udire poveretto!) riceve il segnale totale S+D con il suo sintonizzatore convenzionale MF; sente cioè tutto il contenuto del programma anche se i microfoni sono stati collocati agli antipodi.
L'adattatore multiplex fornisce il segnale S—D a scopi stereofonici. Ed ora il pezzo forte del sistema Crosby: entra in scena uno speciale circuito di « matrizzazione », in sostanza è un circuito combinatore, ma lo hanno battezzato con questo altisonante nome per fare impressione e per ricordare che esso è parente delle « matrici ». La sua configurazione è riportata senza veli in fig. 113. Qui i segnali S+D e S—D vengono sommati, dal loro connubio nasce il segnale 2S.

Il segnale S—D viene rapito e trasformato in D—S in seguito ad una proditoria inversione di fase. Lo scopo criminale di questa operazione di violenza è di sommare il segnale invertito D—S al suo collega S+D per dar luogo al segnale 2D. Così il circuito matriciale ottiene la separazione (oggi potrebbe ottenere anche il divorzio) dei segnali S e D, che per un abile gioco di bussolotti, ritroviamo all'uscita dell'adattatore multiplex.

Oltre a servire di barba e parrucca l'uditore monofonico (però provvisto di due orecchie) con il segnale totale in salsa verde, il sistema Crosby risolve un altro problema: trasmettere un secondo subcanale a scopi commerciali (musica di sottofondo etc), senza degradare in modo avvertibile la qualità del primo subcanale utilizzato per lo stereo. Quando si trasmettono due subcanali, oltre al canale principale, la massima frequenza per essi è 8 kHz. Gli inventori del sistema Halstead, cessano di mordersi le unghie (ormai se le sono mangiate tutte) e urlano che col loro sistema la risposta in frequenza arriva a ben 15 kHz, ridicolizzando il sistema Crosby, anche se il loro 2° canale è limitato a 8 kHz. Ecco che gli inventori del sistema Crosby, dopo

aver toccato il tappeto per alcuni secondi, contrattaccano di scatto con una gragnuola di destri e sinistri (intonati alla stereofonia) del tipo: « Bella boiata! Un canale a 15 kHz e l'altro a 8 kHz! Chissà che bell'effetto stereo! Si raccomanda l'uso di tappi cerati per le trombe di Eustacchio! » E dopo l'ironia che uccide: il nostro sistema Crosby presenta i canali S e D perfettamente uguali come risposta in frequenza. Dopo il conteggio fino a 8 da parte dell'arbitro, i sostenitori dello Halstead replicano con un magnifico gioco di gambe: « E il segnale S—D da voi trasmesso nel subcanale, non è forse limitato in frequenza? I suoni che provengono dagli altoparlanti sinistro e destro non vengono forse danneggiati? ». I crosbisti, salvati dal gong, riattaccano all'inizio della successiva ripresa: « Una modesta perdita di qualità, purché simmetrica, non è praticamente avvertibile; fate poi conto che la natura della perdita è tale che oltre gli 8 kHz, entrambi gli altoparlanti producono virtualmente lo stesso suono. Dovreste sapere che baffosissime Autorità ritengono che le frequenze oltre agli 8 kHz contribuiscono poco o niente all'illusione stereo; perciò che ce ne strofina se la separazione stereo c'è o non c'è al disopra degli 8 kHz? » Dopo il debole tentativo di reazione da parte Halsteadisti, « Dunque i bassi e medio bassi non contribuiscono all'effetto stereo, gli acuti fanno altrettanto secondo voi. Allora lo stereo chi lo fa? Bisogna dire che non esiste. Forse questo è il motivo per cui si parla di illusione stereo? » l'arbitro dichiara match nullo.

PISISTRATO - Io domando solo se fra i presenti ce n'è uno che abbia capito perché si chiamano « multiplex » i sistemi Halstead e Crosby. Io no di sicuro.

TUTTI - Multiplexing? E chi lo sa? Io qui ho sempre dormito.

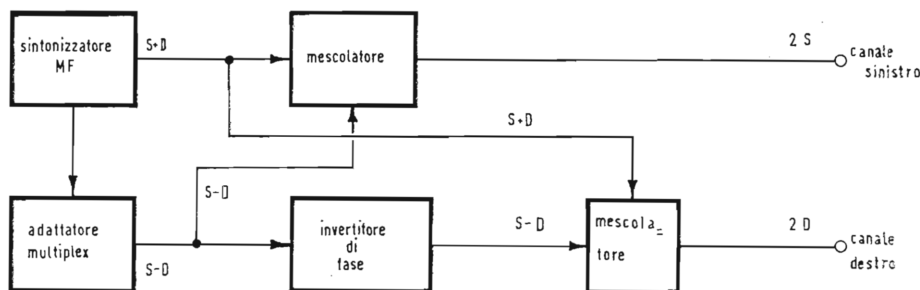


Fig. 113 - Schema a blocchi del circuito di matrizzazione per combinare i segnali S+D e S−D allo scopo di ricavare i segnali audio S e D (sistema Crosby).

DOCENTE - Ora mi spiego lo strano silenzio pieno di mistero che ha qui regnato quest'oggi. Ecco una spiegazione a livello Pisistrato.
Radio multiplexing è l'artifizio di trasmettere due o più messaggi separati simultaneamente mediante un unico trasmettitore; in ricezione occorre un abile presti-digitatore per separare i messaggi in modo da poter udire ciascuno di essi senza che interferiscono tra loro. Il multiplex traeva le sue origini dalla necessità di trasmettere vari messaggi telefonici sulla stessa coppia di fili, senza interferenze. E' la solita storiella del pastore: telefonia a corrente vettrice, o ad onda portante. Un messaggio viene trasmesso così com'è senza trucchi, gli altri modulano portanti di frequenze vieppiù alte. Nell'ipotesi assurda che in trasmissione non subentri la distorsione, le singole portanti possono essere demodulate al terminale ricevente, separate ed applicate ai relativi circuiti, senza reciproche interferenze. Siete mò soddisfatti?
PISISTRATO - Mica troppo. Che affinità di gruppo sanguigno ha questo discorso con il sistema Crosby?
DOCENTE - La sua cervice può sopportare pressioni di 10 tonnellate per mm^2. Non ho forse detto che col sistema Crosby due canali sono applicati simultaneamente alla stessa portante principale in fase e al generatore di subportante in opposizione di fase? Non è questo un lampante esempio di una portante che porta due segnali? E tutto ciò non costituisce il multiplex?
PISISTRATO - Se crede di prendermi per il cosiddetto naso, o bavero, o peggio che dir si voglia, lei si sbaglia di grossissimo. Sta cercando adesso di rimediare alla somma e differenza di insulsaggini senza capo né coda squadernate previamente. E allora riassuma nell'attuale tonalità anche la ricezione secondo Crosby.

DOCENTE - Assistimi Signore! Al terminale ricevente, lo stadio invertitore di fase contenuto nell'adattatore multiplex separa i segnali e li fornisce ai loro rispettivi amplificatori e altoparlanti. Con gli ultimi perfezionamenti, con la tecnica della matrizzazione e della somma e differenza, il sistema Crosby presenta i seguenti quattro vantaggi:
a) completa compatibilità

b) piena gamma audio fino a 15 kHz per entrambi i canali (ciò ha messo definitivamente K.O. il sistema Halstead e i suoi proseliti); i due canali hanno eguale qualità sonora e danno un risultato perfettamente bilanciato

c) il rapporto segnale/disturbo di ciascun canale è identico quindi non si avverte alcuna unilateralità, che sarebbe scocciantissima se ci fosse

d) il miglioramento del rapporto segnale/disturbo di 6 dB equivale

all'aumento di 4 a 1 della potenza ottenuta, il che permette di aumentare l'area servita dai trasmettitori di radiodiffusione circolare. Vi basta?

PISISTRATO - Non vorrei sembrare noioso, voglio esserlo realmente.

DOCENTE - Le devo una soddisfazione: in questo, ci riesce alla perfezione.

PISISTRATO - Grazie di cuore. Ho inteso parlare di subportante a 19 kHz, che poi viene raddoppiata a 38 kHz e subito dopo divisa per 2 a 19 kHz di nuovo, di coder e decoder, di SCA e di tante altre cose che lei non ha neppure accennato. Come la mettiamo?

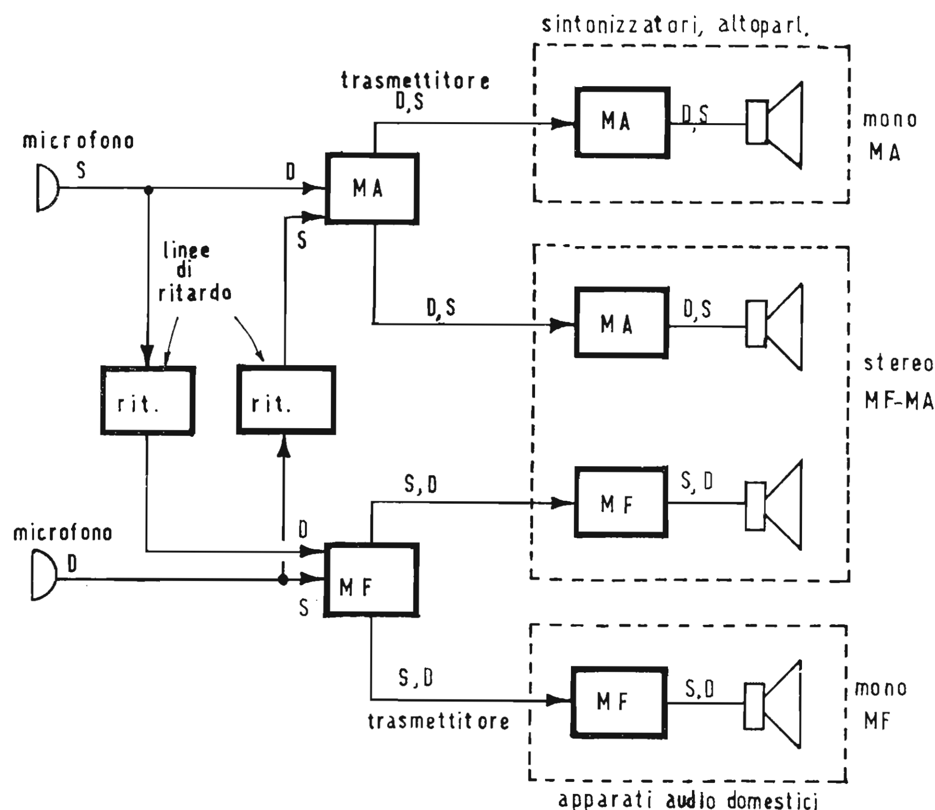


Fig. 114 - Schema a blocchi del metodo Becker di radiotrasmissione MF-MA, valido anche per i sistemi MF-MF e MF Multiplex Halstead.

DOCENTE - Ho premesso che non potevo impelagarmi in simili meandri, ma se a conoscere la prima radice dell'attuale radiostereofonia hai cotanto affetto, farò come colui che piange e dice, però alla fine della lezione, cioè dopo aver esposto quelle poche chiacchierette che avevo preparato riguardo agli altri sistemi stereo.
Comincio con

9. Il metodo Becker

Un nuovo antagonista al sistema Crosby è il metodo Becker, che risolve il problema di fornire il segnale totale alla audizione monofonica a dispetto della grande distanza fra il sistema multiplex Halstead, o MF-MA o MF-MF. Se gli togliete la maschera trovate sotto il sistema Halstead. Il nuovo metodo è illustrato in fig. 114 per il caso di radiodiffusione stereo MF-MA come originariamente presentato dall'inventore F.K. Becker della Bell Telephon Labs Inc.
Il microfono S fornisce il segnale S al trasmettitore MF, mentre il microfono D fornisce il segnale D al trasmettitore MA. Il segnale S viene anche applicato al trasmettitore MA attraverso una linea di ritardo, che obbliga l'ascoltatore stereo a udire il segnale S proveniente dall'altoparlante destro, alcuni millisecondi dopo aver udito lo stesso segnale S proveniente dall'òltoparlante sinistro. L'inqualificabile signor Becker afferma, che quando due suoni identici vengono percepiti in rapida successione, il primo di essi risulta localizzato in direzione; in conseguenza, l'uditore suggestionato finisce per attribuire il segnale S ad una sorgente a sinistra, anche se esso viene in realtà da entrambi gli altoparlanti. Analogamente, il segnale D viene applicato al trasmettitore MF attraverso un'altra linea di ritardo, ottenendo il mirifico risultato che il solito stolido uditore lo ascolta dall'altoparlante sinistro alcuni millisecondi dopo averlo udito dall'altoparlante destro, ritenendo (potenza dell'inganno!) che esso provenga da destra. La condizione sine qua non per il successo del sistema Becker è la dabbenaggine elevata al cubo dell'ascoltatore. Nel caso vostro, il sistema avrebbe un successone elevato alla 4ª potenza. Ma vediamo come vanno le cose presso l'utente monofonico.
Se sta ascoltando la MF, sente il suono captato da entrambi i microfoni S e D, sebbene il segnale D subisca un lieve ritardo che l'ineffabile signor Becker afferma essere trascurabile (se no, la sua baracca crolla). Se, per contro, il caparbio uditore monofonico (decisamente un orecchio non gli funizona affatto) sta sorbendosi la MA, seguita a

ricevere entrambi i suoni, con un leggero ritardo del tutto trascurabile (dice lui).

E' possibile camuffare il sistema Halstead multiplex da Becker, secondo l'oscuro ibridismo della fig. 115. Qui, il microfono S alimenta il canale principale del trasmettitore multiplex, mentre il microfono D alimenta il subcanale e, attraverso una linea di ritardo, anche il canale principale, cosicché in ricezione monofonica si sente l'intero suono (dal canale principale). Per assicurare la simmetria sonora degli altoparlanti conviene applicare il segnale S, attraverso un'altra linea di ritardo, al subcanale (D).

Il metodo Becker mette sul tappeto la questione dell'effetto di riverberazione dovuto alla produzione di uno stesso suono da due altoparlanti in tempi leggermente diversi. Il tempo di ritardo ottimo (sempre secondo l'inventore, ma non gli credete troppo) sta fra 5 e 30 millisecondi (mica male la tolleranza!). Un ritardo prossimo ai 30 ms potrebbe produrre un potente effetto riverberante, che può risultare piacevole (che faccia tosta quel Becker) se la musica è acusticamente « secca ». Un tempo di ritardo prossimo a 5 ms comporterebbe una riverberazione inavvertibile e il sistema potrebbe cominciare a funzionare (ma non è detto). Dunque il sistema Becker è magnifico se si ha l'avvertenza di mettere in essiccatoio la musica prima di trasmet-

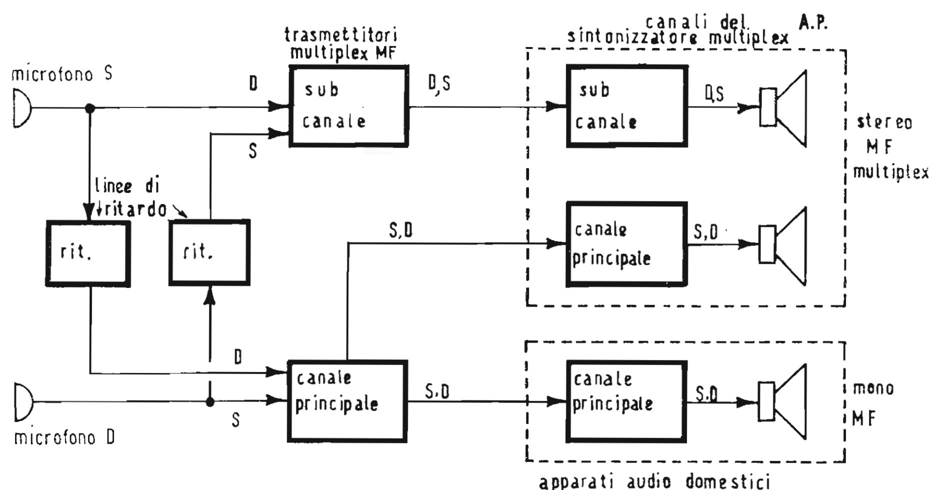


Fig. 115 - Schema a blocchi del metodo Becker stereo MF multiplex applicato al sistema Halstead.

tere e se si fa finta di non sentire la riverberazione quando la musica è ancora un poco umida.

10. La stereofonia in MA

Visto che la stereofonia andava degenerando paurosamente, la RCA per non restar con le mani in mano, concepì una tecnica stereo tutta MA, impiegando un trasmettitore MA e un sintonizzatore, manco a dirlo, MA, anch'esso. Anche il signor Pisistrato sa che il segnale irradiato da un'emittente MA è composto dalla portante e dalle bande laterali (superiore e inferiore) dovuto alla moduazione della portante, ciascuna banda laterale è l'immagine speculare dell'altra, se la portante fa da specchio.
L'idea delle 2 bande suggerì a quei genii Pertichini della RCA di usare la banda inferiore per il canale sinistro stereo e quella superiore per il canale destro stereo, o viceversa. Un sintonizzatore speciale (il fascino di questa parola è sempre più soggiogante) separa le due bande laterali e, con i soliti bussolotti, fa comparire i segnali S e D assieme ad un congruo numero di conigli, colombe, fazzoletti a catena etc.
La stereofonia in MA è compatibile nel senso che un convenzionale sintonizzatore MA riceve e rivela entrambe le bande laterali (o l'una o l'altra) fornendo la totale informazione audio nel modo monofonico.
Se è vero che lo stereo MA può offrire una prestazione superiore rispetto alla monofonia MA, è pur vero che soffre delle deficienze della MA rispetto alla MF: limitata gamma di frequenze, disturbi, suscettibilità all'interferenza di altre stazioni e maggior irregolarità di ricezione per evanescenza etc.
Anche la Philco Corp. sentì lo stimolo d'intervenire nel certame stereofonico MA. Il suo metodo utilizzava una combinazione di MA e di MPh (modulazione di fase) un poco parente (alla lontana) della MF, sfruttava anche il principio della somma e differenza di frequenze. Il segnale S + D veniva trasmesso con la convenzionale MA, con che, (non conche) la compatibilità è assicurata per i ricevitori preesistenti MA.
Il segnale S—D veniva trasmesso per mezzo della modulazione di fase. Un ricevitore, inutile dirlo, « speciale » rivelava i segnali S+D e S−D e poi lo combinava in modo da ottenere i segnali S e D separati (ricorso ai bussolotti, una volta di più).

11. Altri sistemi stereo

La Motorola Inc. con alcuni manutengoli, ha proposto un sistema

stereo di TV, utilizzando i normali impianti televisivi, con l'aggiunta di una portante audio multiplex. Il sistema compatibile stereo-mono ha uno stadio di matrizzazione per ripartire i suoni ai giusti canali di amplificazione audio. La larghezza di banda del canale subportante è qui di 5 kHz. La Calbest Electronics Co. ha comunicato di aver elaborato un sistema stereo MF utilizzante una subportante multiplex a banda stretta, rendendo possibile la trasmissione del canale principale e di due sottoportanti su di un unico canale MF (il 2° subcanale è previsto per usi ausiliari come la musica monofonica indirizzata a magazzini e fabbriche). Il sistema Calbest sfrutta un metodo somma e differenza, con un incrocio a 3,5 kHz; oltre questa frequenza, le uscite dei due canali sono identiche. La Bell Telephon e la Westinghouse, tacciate di neghittosità, hanno buttato fuori in fretta e furia due sistemi di stereoradiofonia MA veramente comici. Il sistema Bell mobilitava la trasmissione da due stazioni (un canale attraverso il ricevitore di televisione, l'altro attraverso un ricevitore MA o MF, per es.). Il sistema Westinghouse è del tipo multiplex con entrambi i canali trasmessi sulla stessa frequenza modulata in ampiezza. Entrambi i sistemi Bell e Westinghouse sono pienamente compatibili. Nel Westinghouse (brevetto F. Conrad) la portante della banda OM è modulata in ampiezza dal segnale S+D, mentre è modulata in frequenza dal segnale S−D; si usa una banda stretta e l'informazione stereofonica viene trasmessa nella banda da 300 Hz a 3 kHz. In ricezione i segnali MA e MF vengono rivelati e matrizzati per dedurre le uscite S e D. Si può fruire di una qualità abbastanza buona con due ordinari ricevitori MA a onde medie, uno viene accordato leggermente sopra la frequenza del segnale, l'altro leggermente sotto. La MA nei due ricevitori è identica, ma i ricevitori, essendo sintonizzati ai lati della trasmissione MF si comportano un poco come discriminatori tipo Travis, col risultato che i segnali audio MF sono di fase opposta. Allora si può dire che un ricevitore risponde a MA + MF e l'altro a MA-MF. Poiché la MA è la somma dei due canali, mentre la MF è la differenza, la loro combinazione conduce a $S+D+S = 2S$ e a $S+D-(S-D) = 2D$, cioè ricompaiono (un po' invecchiati) i segnali sinistro e destro. Poiché il sistema Bell dipende dalla trasmissione da una stazione MA e da una MF, o da una stazione radio-TV, non rientra nella classe dei multiplex e non ha bisogno dell'autorizzazione della FCC. Il sistema Bell applica i segnali di entrambi i microfoni a ciascun canale, ritardando il segnale D di circa 10 ms prima di essere ammesso al canale sinistro, analogamente per il segnale S. Se si dispone di un solo ricevitore, i due canali sfociano in una perfetta ricezione monofonica, se

invece si è ricchi tanto da permettersi il lusso di 2 ricevitori, l'orecchio localizza il suono come proveniente dall'altoparlante che lo ha emesso per primo (è un vecchio trucco, l'orecchio ha imparato a distinguere la sorgente di suoni nel guazzabuglio degli echi e della riverberazione).

In pratica si ha l'illusione di vero stereo. Un'idea molto sbiadita del sistema Bell è data dalla fig. 116. Dall'Inghilterra sale la voce possente del Dr. Percival, che propone di legare il suo nome ad un nuovo sistema di radiostereofonia. Qui si trasmette un solo segnale audio compatibile, con l'aggiunta dell'informazione direzionale trasmessa su di una subportante con la larghezza di 100 Hz con una potenza di gran lunga minore di quella dell'informazione audio. Il funzionamento

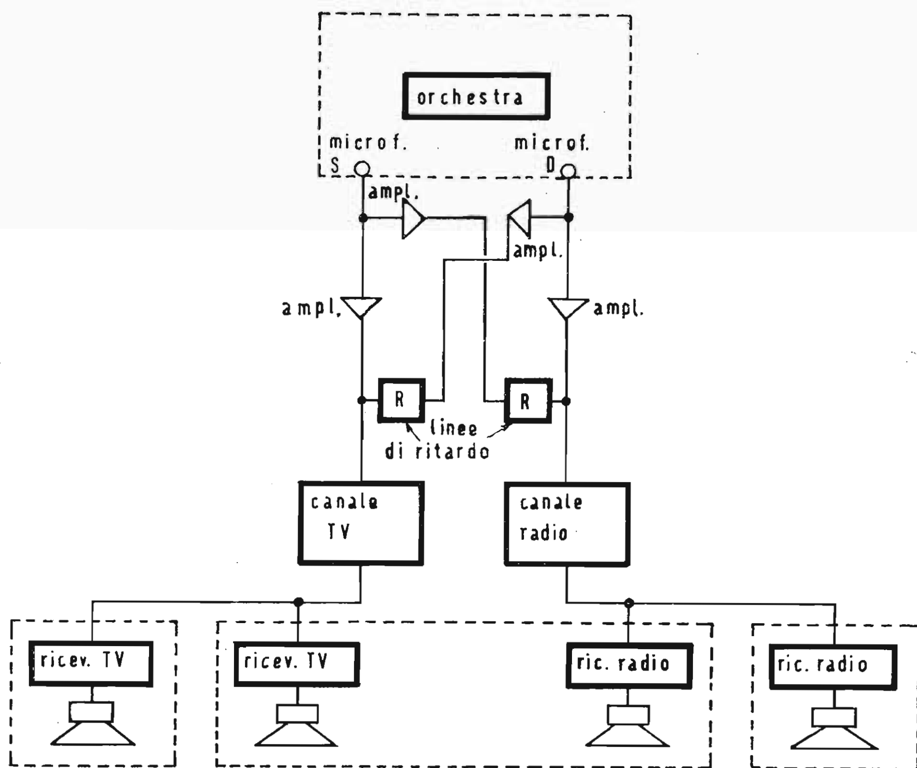


Fig. 116 - Sistema stereofonico della Bell Telephone.

del sistema dipende dalla separazione dell'informazione direzionale dai due normali segnali stereo S e D in un decodificatore, dalla combinazione di S e D per formare il segnale audio singolo, e dalla reinserzione dell'informazione direzionale nel ricevitore per mezzo di un decodificatore.

TUTTI - Cianciator petulante, cessa subito il pestifero zibaldone, se no mal t'incoglierà. A nulla ti varrà lo scettro e l'infula dello stereo. Le terga tue pagheranno il fio. Sì, dalli alla terga! Chi picchia di più?

DOCENTE - Io sono assai affezionato alle mie terga e preferisco conservarle integre; laonde mi accingo a più profondamente guidarvi per gli impervi sentieri dei labirinti stereo. Non lamentatevi, perché l'avete voluto voi.

ORLANDO - Se non facciamo un intervallo, io divento furioso.

Coro degli uditori discenti:

« *Sospendiam fino a domani, la tortura è troppo forte,*
più resister non possiamo, si spalanchino le porte ».

per quanto la

LEZIONE XIV

ANCORA LA RADIOSTEREOFONIA

fosse stata richiesta da una moltitudine popolare in preda a ben pasciuti saccaromici elipsoidei, il Professore ha preso le sue precauzioni e si presenta in aula trascinando una capace cesta colma di tentatrici offe con le quali intende saziare le enfiate canne dei suoi affezionati discepoli. L'offe aulenti del Professore sortono il loro magico effetto, tanto ch'egli può contare indisturbato che i presenti sono in numero di $n/2^{13} = n/8192$ (ormai tutti sanno cosa significa n).
Sotto la direzione dell'assiduo maestro Pisistrato, gli uditori discenti cantano:

« *Questa volta impareremo cosa son le subportanti;*
diciannove oppur trent'otto, chilo hertz per tutti quanti! »

1. Generalità

DOCENTE - Nel 1961 la FCC (Federal Communications Commision) scelse il sistema di radiodiffusione stereofonica e ne fissò le norme.
Le trasmissioni stereo utilizzano le tecniche del multiplex, della somma e differenza, della MF (per la portante RF del canale principale) della

MA (per a subportante a 38 kHz), del principio dell'« interleaving » (coesistenza); sono perfettamente compatibili con la monofonia e con l'alta fedeltà (max. frequenze di modulazione 15 kHz).
Il concetto della trasmissione multiplex, intesa come trasmissione simultanea di due o più segnali in un unico canale, è sorto dalla SCA (Subsidiary Communications Authorization, concessa nel 1955), che permette la trasmissione per uso privato (musica di sottofondo per ristoranti, ritrovi, mostre etc.); oggi la SCA è considerata residuo di spazzatura, tuttavia bisogna tenerne conto e trasmetterla sullo stesso canale del suono stereo. Dati i segnali sinistro S e destro D dei due canali, sappiamo già che è possibile combinarli e ottenere i segnali S+D (somma) e S−D (differenza). Il segnale S+D viene trasmesso in MF, cioè modula in frequenza la portante RF principale. S−D viene trasmesso modulando in ampiezza una subportante (38 kHz).
Un ricevitore monofonico riceve il segnale S+D contenente l'informazione completa dei due canali, l'ascoltatore monofonico non può distinguere se la trasmissione che sta ascoltando sia mono o stereo, ma a noi non importa proprio niente, lasciamolo lambiccarsi il cervello davanti a questo interrogativo. Se il ricevitore è stereo riceve entrambi i segnali S+D e S−D; con la genialità propria del ricevitore stereo, esso estrae e separa i segnali 2S e 2D, poi li taglia in due e vi scodella S e D tali e quali erano in trasmissione.

Ritorniamo un istante alla SCA. Per la sua trasmissione si usa una subportante (67 kHz) modulata in frequenza con profondità di 7 o 8 kHz dal programma privato, la variazione di frequenza è quindi compresa fra 67−8 = 59 kHz e 67+8 = 75 kHz.

Questa subportante, così modulata in frequenza, va a sua volta a modulare sempre in frequenza la portante principale RF, si comporta cioè come una qualunque frequenza modulante, ma se ne guarda bene dal dichiarare di essere modulata essa stessa, altrimenti verrebbe buttata fuori a pedate. Così scoppia la grana: quando si tenta di modulare al 100% (± 75 kHz) la portante RF, non ci si riesce; cercando bene, anche sotto le tavelle del pavimento, che si scopre? Si scopre la SCA che se ne sta rannicchiata a sgranocchiarsi un buon 10% di profondità di modulazione. Che volete farci? scacciarla in malo modo? Ormai è lì; la portante RF, un vero pan di Spagna, dice che per lei essere modulata a ± 75 kHz ovvero a ± 65 kHz, è lo stesso. Conclusione ,per ammettere la SCA bisogna decurtare di circa il 10% la modulazione della portante principale.
Se quest'ultima è modulata al 100% con ± 75 kHz senza SCA, quando c'è la SCA modulata a circa il 10% (± 8 kHz), la modulazione della

RF deve ridursi a ± 75 − 8 = ± 67 kHz. Il fattaccio è illustrato in fig. 117, che mostra la distribuzione e le percentuali di modulazione della combinazione dei programmi principale pubblico e secondario privato. La massima frequenza di modulazione della RF dovuta al programma pubblico è 15 kHz in accordo con le norme F.C.C.
L'esempio cattivo della SCA ha suggerito al 2° canale stereo il sistema d'intrufolarsi in trasmissione senza pagare il biglietto. Quando si dice: i cattivi compagni! La SCA è la pietra dello scandalo dilagato nell'interleaving, o coabitazione, o vita in comune, nel multiplex e simili nefandezze.
Usando il segnale S per modulare la portante principale e il segnale D per modulare la sottoportante, si soddisfano le condizioni per la trasmissione simultanea, ma separata, dei due canali di un programma stereo; questo sistema, pur non essendo compatibile monofonicamente, è il seme delle attuali trasmissioni stereofoniche MF.

2. La portante pilota a 19 kHz

Visto il successo del furto di modulazione operato dalla SCA, un altro rapinatore si è fatto avanti, e mitra alla mano, si è impossessato di un altro 10% di profondità di modulazione. Quando si è tolto la calza nera dal viso, si è riconosciuta la portante pilota a 19 kHz, che si è presa ± 7,5 kHz dalla cassaforte della portante principale. Ho detto che il segnale S−D modula in ampiezza la subportante a 38 kHz, quindi accanto alla sottoportante stessa sorgono per effetto della MA le bande laterali inferiore e superiore. Una congiura di Palazzo decreta la soppressione della subportante a 38 kHz, che viene brutalmente assassinata col favore della notte senza luna. Restano le bande laterali orfane, che le autorità inquirenti affibbiano da allevare alla portante RF; in cambio, le bande laterali moduleranno in frequenza la RF. Non vi smarrite, stringete i denti, immergete le unghie nelle vostre carni e seguitemi, poiché avanzo. Sta il fatto che in ricezione, per quanto intelligenti siano i decodificatori, le bande laterali dovute a S−D sono presenti senza portante, e non c'è barba di profeta, che da essi riesca ad estrarre i segnali originali S e D. Si pensa di dar loro una madre adottiva, che renda possibile la demodulazione. Un generatore di buon cuore si dichiara pronto a generare una nuova subportante a 38 kHz somigliante in tutto e per tutto a quella vilmente trucidata in trasmissione. Detto fatto, la subportante è pronta; essa simpatizza subito con le figliole adottive e tutte tre a bracceto vanno dal demodulatore della MA. Il demodulatore si presta volontieri e ci si

prova a rivelare S e D. L'aspettativa fa trattenere il respiro: S e D non appaiono! Disperazione delle bande laterali che accusano la subportante aggredendola con frasi come: « E' inutile, tu non sei la nostra mamma, quella si che era brava! » E quella replica: « che ci posso fare io? Ci metto tutta la buona volontà! » Per farla breve, la subportante reinserita viene sottoposta a visita medica; il sanitario sentenza: « Questa sottoportante non serve, perché non è sincronizzata. Basta farle un'iniezione di sincronismo e tutto andrà per il meglio ».

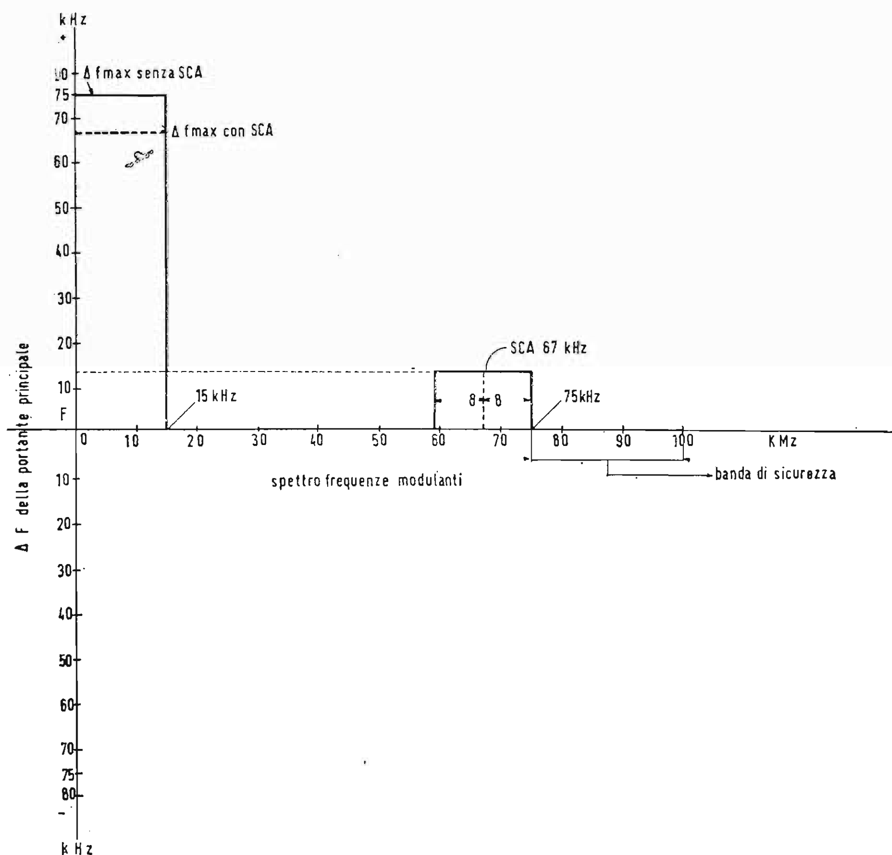


Fig. 117 - Distribuzione spettrale delle frequenze e AF per trasmissioni MF monofonico con o senza SCA.

Fu così che in trasmissione si cominciò a trasmettere col segnale stereo una portantina « pilota » sottomultipla di 38 kHz e poiché 38/2 = 19, le si affibbiò la frequenza di 19 kHz. L'azione della portante pilota è quella d'impulso di sincronismo, che aggancia in frequenza e fase la subportante a 38 kHz generata localmente nel ricevitore. Se la fase tra la sottoportante 38 kHz e le bande laterali non è esattamente la stessa che si aveva in trasmissione prima dell'assassinio della vera sottoportante 38 kHz, la ricomposizione dell'inviluppo di modulazione è impossibile, perché le bande laterali si sovrappongono alla portante reinserita in modo bislacco, fuori tempo, con passo sbagliato e l'onda risultante non ha niente a che fare con l'originale inviluppo di modulazione. Non basta dunque sommare le bande laterali con la subportante rigenerata, bisogna che questa sia sincronizzata, cioé abbia esattamente la stessa frequenza e la stessa fase, dell'onda a 38 kHz vilmente soppressa.
Orbene l'impulso di sincronismo è rappresentato dalla pilota a 19 kHz. Infatti, dopo la cura, l'inviluppo riproduceva esattamente quello originale della MA. Solo così è stato possibile rivelare i segnali S + D e S − D e dopo matrizzazione, riprestinare S e D.

PISISTRATO - E i delinquenti, che uccisero la subportante in trasmissione non sono stati identificati ed esemplarmente puniti?

DOCENTE - Acute indagini della Polizia e dei più quotati detective di ogni tempo riuscirono a stabilire che gli assassini erano... i tecnici della trasmissione!

Inutile dire che quando gli imputati sono pezzi mastodontici, la cosiddetta giustizia nasconde il bilancino e lascia fieri dubbi sul fatto di essere proprio uguale per tutti. Comunque, il processo si celebrò. L'accusa era precisa, le prove lampanti, ma l'avvocato difensore riuscì a strappare un verdetto di assoluzione per tutti gli imputati con una comicissima trovata suggeritagli dal capo tecnico: « Non si può trasmettere la sopportante a 38 kHz, perché, ciarliera come è, interferirebbe nella banda di modulazione audio, che estendendosi fino a 75 kHz, la conterrebbe centralmente come una qualsiasi frequenza dovuta alla modulazione ».

PISISTRATO - Può darsi che sia così, ma allora come si può trasmettere la portante pilota a 19 kHz, anch'essa compresa nella banda di modulazione, essendo minore di 75 kHz? In altri termini, se è dannoso trasmettere i 38 kHz, deve essere altrettanto dannoso trasmettere i 19 kHz. Dico bene?

DOCENTE - L'avvocato difensore trovò una giustificazione anche per questo: « La difficoltà non esiste, perché la portante pilota a 19 kHz

non raggiunge i canali audio, ma va solo a fare il solletico all'oscillatore locale rigeneratore della subportante a 38 kHz, mentre quest'ultima interessa la sezione audio del ricevitore ». Se non è vera, è ben trovata. Qualche maligno ben informato ebbe a dire che la vera ragione di trasmettere la pilota a 19 kHz era che un fabbricante amico dell'avvocato aveva in magazzino un grosso stock di queste portanti ed aveva promesso una vistosa percentuale sulle vendite all'amicone. Ma sono malignità.
Con l'aggiunta della portantina 19 kHz, il segnale stereo MF ha assunto la sua forma definitiva e il pomposo nome di « composito » (ma non è un capitello).

3. La trasmissione stereofonica MF

Se state buoni, vi faccio vedere la fig. 118, che è lo schema a blocchi o a caselle, o sinottico (se più vi fagiola) di una stazione di radiodiffusione stereofonica. Se si prescinde da quei 2500 dispositivi nuovi, si può dire che non c'è molta differenza fra questo schema e quello di un'emittente monofonica, per cui la trasformazione da mono a stereo può essere ottenuta ben di leggieri. I segnali audio S e D forniti dai microfoni o da un qualsiasi altro generatore stereo, passano in una doppia matrice, che ti sfodera i segnali somma S + D e differenza S − D. Non stiamo a indagare sulla natura delle matrici, perché dovremmo impelagarci nei bassifondi della malavita. S + D, dopo amplificazione, va a modulare in frequenza, senza ambagi, la portante principale RF fino al massimo consentito, cioè il 90% di ± 75 kHz, come a dire ± 67,5 kHz.
Il trasmettitore sputa fuori un segnale monofonico completo, sufficiente a tappare la bocca all'esigentissimo uditore monofonico (le orecchie se le deve tappare da sé quando gli arriva il suono S+D). Venghino, venghino signori a vedere l'oscillatore a cristallo a 19 kHz, che genera la portante pilota. Dopo amplificazione, al segnale a 19 kHz salta in mente di andare a modulare in frequenza quella disgraziata portante RF, veramente presa di mira da mille segnali pretendenti di modularla a qualunque costo. La profondità di modulazione dovuta alla pilota è solo il 10% (qui le richieste dei sindacati delle pilote sono state proprio modeste). Così anche la pilota 19 kHz è affidata all'etere. Giacché si deve generare la subportante a 38 kHz, avendo sottomano un magnifico 19 kHz controllato a quarzo, a chi non verrebbe in mente di amplificare e duplicare quest'ultima frequenza? Un ricco « modulatore bilanciato » accetta ai suoi ingressi la subportante

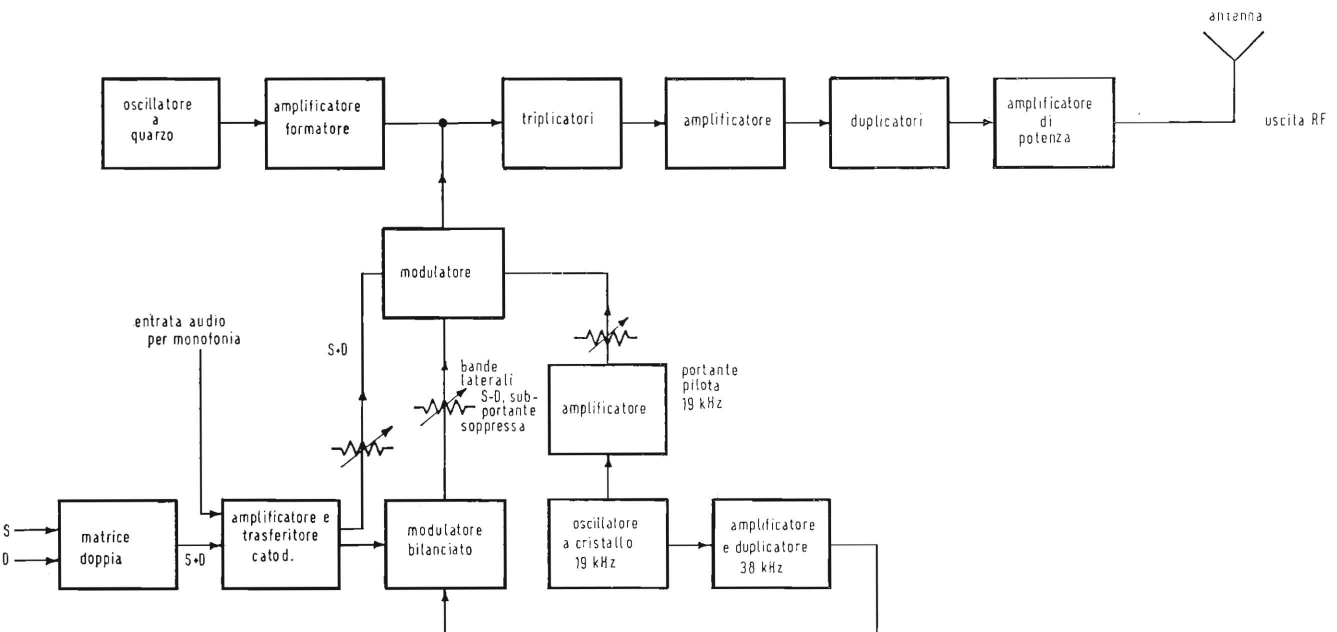


Fig. 118 - Schema a blocchi semplificato di un trasmettitore MF stereofonico.

a 38 kHz e il segnale audio S−D. Cosa troviamo all'uscita dell'opulento modulatore bilanciato? Dica lei, signor Pisistrato.

PISISTRATO - Troviamo le bande laterali superiore e inferiore di S−D.

DOCENTE - Ma bravone! Ma benone! Cessi, cessi quel contento, vi reco un fiero evento: è qui che viene soppressa la portante 38 kHz; il suo cadavere non sarà più ritrovato. Come si è detto, le due orfanelle (le bande laterali) vengono affidate alle amorose cure della portante RF, che si lascia volontieri modulare in frequenza al 90% una volta di più, visto che le orfanelle prendono gusto a modulare. Alcuni circuiti ritardatori di fase si prodigano, in silenzio, a mantenere con grande precisione la relazione di fase fra la RF e le due diseredate bande laterali. La modestia di detti circuiti benefattori ha impedito di farli figurare nello schema a blocchi.

PISISTRATO - Qui c'è qualcosa che non va. La RF è modulata in frequenza per ben tre volte: al 90% da S + D, al 90% dalle bande laterali di S−D, al 10% dalla pilota a 19 Hz; totale 90+90+10 = 190%! Il △F sarebbe 1,9 x 75 = ± 142,5 kHz. Com'è possibile?

DOCENTE - Mica male! A vederlo si direbbe molto più scemo. Accetti il complimento e oda. Qui interviene il principio dell'« interleaving », che è alla base della trasmissione in multiplex. Guardi bene la fig. 119. Qui, non pare, ma è rappresentato il segnale modulante quando D è multiplo di S, per es. S = 400 Hz, D = 800 Hz. La fig. 119 contiene il processo di « interleaving », che apparentemente mette in dubbio i princìpi dell'aritmetica; infatti qui 2+2 = 2 e non 4, come abbiamo finora creduto per aver ciecamente prestato fede alla nostra maestra di 1ª elementare. Nella detta figura si distinguono assai chiaramente

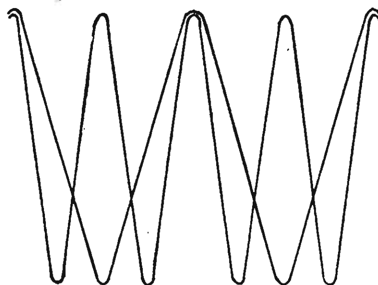


Fig. 119 - Illustrazione del principio dell'interleaving (consistenza).

le due sinusoidi: quella a 400 Hz di periodo doppio dell'altra, che è poi quella ad 800 Hz di periodo metà della prima. Osservate la bizzarria del caso: l'ampiezza del segnale risultante non è la somma delle ampiezze di S e D, ma è semplicemente uguale al segnale di ampiezza di uno solo dei due componenti. Per spiegare come la vecchia maestra sia potuta cadere in sì grossolano errore, bisogna considerare gli inviluppi delle bande laterali S+D e S−D. Se, putiamo il caso una prima volta, che sia S = D = 0,45 V (le frequenze sono una metà dell'altra), si deduce S+D = 0,9 V e S−D = 0. Putiamo ora il caso per una seconda volta, che sia S = +0,45 e D = −0,45, si deduce S+D = 0 e S−D = 0,9 V, cioè si ritrova lo stesso valore del primo caso. Nella trasmissione stereo dunque il canale principale e le bande laterali della subportante possono entrambi modulare la RF al 90% e la modulazione totale non risulta mai superiore a questa stessa percentuale. Se invece di sopprimere la subportante 38 kHz, la si lasciasse in vita, non sarebbe più possibile utilizzare lo spettro di frequenza come detto sopra, perché i 38 kHz si papperebbero sempre una fettina di modulazione, anche in assenza dell'informazione S−D. Stando così

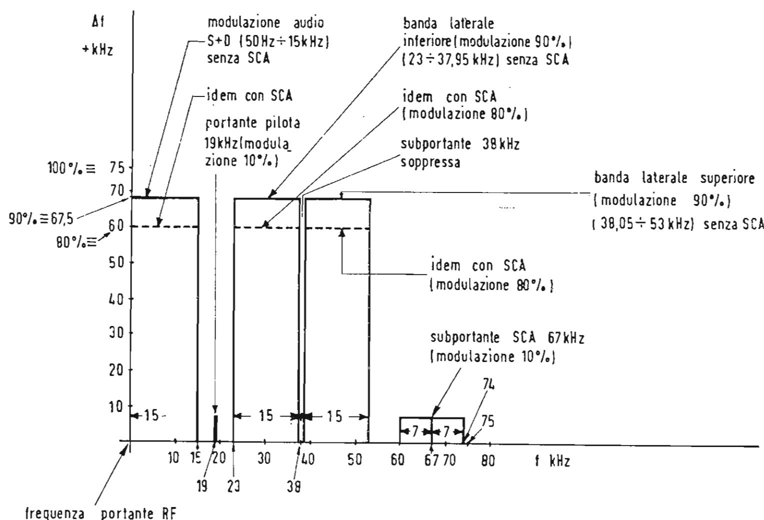


Fig. 120 - Distribuzione di frequenza e di modulazione per radiodiffusione stereofonica.

le cose, osserviamo la figura 120, che dà la distribuzione spettrale di frequenza per la trasmissione stereofonica, insieme con la SCA, anche se nessuno più le fa caso. In ogni istante, l'ampiezza massima dei segnali audio non deve superare l'ampiezza che provoca il 90% della modulazione, cioè 0,9 x 75 = 67,5 kHz. La portante pilota a 19 kHz non è modulata e la sua ampiezza deve essere tale da provocare la modulazione in frequenza del 10% (uguale a 7,5 kHz) della portante principale RF. Le bande laterali della subportante 38 kHz occupano l'intervallo da 38 − 15 = 23 kHz a 38 + 15 = 53 kHz, con l'esclusione, in segno di lutto, di ± 49 Hz intorno alla defunta portante, ossia da 37,951 a 38,049 kHz; questo denutrito canalino vuoto risulta dalla somma e sottrazione di 49 Hz a 38 kHz, essendo 50 Hz la minima frequenza di modulazione. I limiti delle bande sono comunque:
banda laterale superiore (38 + 0,05) ÷ (38 ± 15) = 38,05 ÷ 53 kHz
banda laterale inferiore (35 − 15) ÷ (38 − 0,05) = 23 ÷ 37,95 kHz.
Allora la frequenza più alta di modulazione è 53 kHz; ci sta ancora bene la SCA (67 kHz) con le sue bandine di modulazione in frequenza, da 60 a 74 kHz. La distanza fra la banda superiore stereo e la banda inferiore SCA è 60 − 53 = 7 kHz, più che sufficienti per evitare interferenze. Questa dannata SCA comporta di dover decurtare all'80% (60 kHz) la modulazione della RF, perché si mangia un 10%. Se un petulante uditore monofonico saltasse fuori a dire che, così facendo, gli è stato peggiorato il rapporto segnale/disturbo, ditegli che stia zitto, perché ha perso solo 1 dB e non venga a contare che lui lo avverte. Voi non ci credete, ma questa faccenda della conservazione del suddetto rapporto ebbe un peso decisivo per la scelta del sistema appo la F.C.C.

Signor Pisistrato, ha capito l'importanza della trasmissione « interleaving »?

PISISTRATO - Con questo sistema si utilizza lo stesso trasmettitore RF per la trasmissione di segnali diversi in modo discontinuo nel tempo, cioè in sequenza; ciascun segnale viene inserito per un determinato intervallo e risulta immediatamente preceduto e seguito da altri segnali, cioè coesiste, o convive, o coabita. Così la trasmissione è continua, ma è dovuta a diversi segnali succedentesi con una sequenza prefissata; poiché ciascun segnale modulante agisce da solo, la modulazione della portante RF è quella competente al segnale agente all'istante e non è la somma delle modulazioni dovute ai segnali. Allora se S + D modula al 90% e le bande laterali di S − D modulano pure al 90% la RF, la modulazione totale è sempre il 90% e non il 180%, come si potrebbe pensare fallacemente.

La SCA e la pilota a 19 kHz non sono coinvolte nel misfatto dell'interleaving.

DOCENTE - Superbo! Come sono bravo, se sono riuscito a far entrare in una zucca sterile come quella del signor Pisistrato, tutta questa scienza!

4. Il ricevitore stereo MF multiplex

Per concludere, ecco lo schema a blocchi (fig. 121) di un ricevitore stereofonico MF multiplex.

Gli stadi RF, oscillatore locale, FI (10,7 MHz) sono del tipo convenzionale del circuito supereterodina. Segue il limitatore, che *tosa* il segnale eliminando le indesiderate variazioni di ampiezza, che possono essere introdotte dal demodulatore. Quest'ultimo non è altro che il discriminatore per MF, del solito tipo a rapporto.

Alla sua uscita troviamo un sacco di segnali demodulati; Audio, ban-

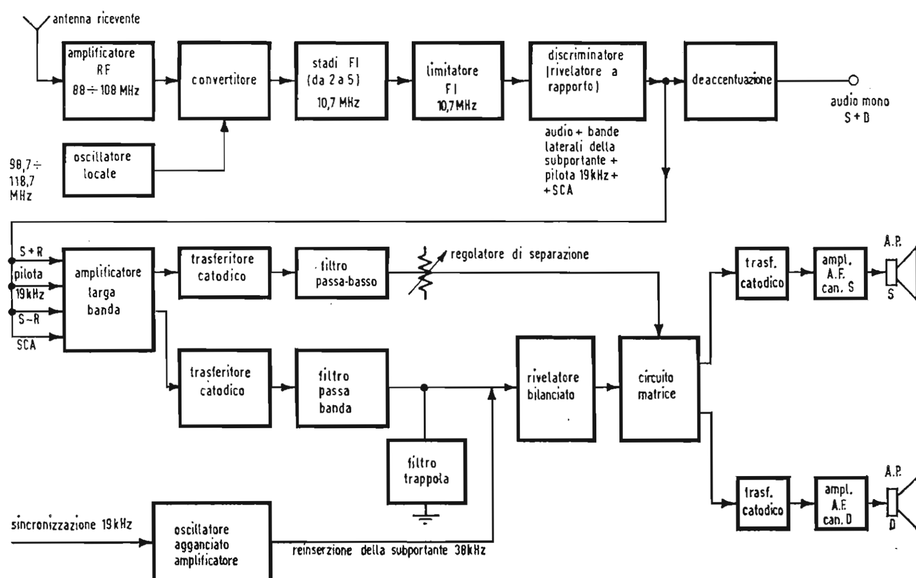


Fig. 121 - Schema a blocchi di ricevitore stereofonico MF-multiplex.

de laterali della subportante 38 kHz, portante pilota 19 kHz, SCA. Dopo di che, i segnali prendono due vie; la prima verso la deaccentuazione e l'amplificatore monofonico S+D, la seconda verso un amplificatore a larga banda, che accetta S+D, S−D, la pilota e la SCA, l'amplificatore è duale. La sua prima uscita, attraverso un trasferitore catodico e a un filtro passa banda, raggiunge il regolatore di separazione.
PISISTRATO - Per favore si fermi un istante. Aspettiamo che passi la banda, mi piace molto vederla passare al passo dell'oca!
DOCENTE - Il suo passo preferito, nevvero! Dal regolatore di separazione il segnale entra nel circuito di matrizzazione. La seconda uscita dell'amplificatore duale incontra parimenti un trasferitore catodico e un filtro passa banda con trappola, all'uscita del filtro, al segnale si affianca prepotentemente la subportante 38 kHz generata dall'apposito oscillatore agganciato (sincronizzato dalla portante pilota 19 kHz, che qui finalmente riesce a fare la sua funzione, dopo di che muore). Audio e 38 kHz si combinano nel rivelatore bilanciato (adesso che c'è anche la subportante a 38 kHz, si riesce a demodulare le sue bande laterali, prima non ci si riusciva).
Le bande laterali così demodulate entrano anch'esse nel circuito matrice, dove per pudore, è meglio non indagare sugli incestuosi fattacci che vi si compiono. Guardiamo alle uscite del circuito di matrizzazione. Meraviglia! Dai bussolotti escono i segnali S e D separati, tali e quali erano stati generati in trasmissione! S e D sono i segnali dei canali sinistro e destro e dopo l'amplificazione ad audio frequenza, fanno urlare i rispettivi altoparlanti. Siccome il ricevitore MF multiplex risultava troppo semplice, come abbiamo appena visto, si è pensato di complicarlo un poco con l'aggiunta di indicatori luminosi o a fischietto o simili boiate. Il fischietto è necessario per dare un pago agli ascoltatori. Mi spiego, qualcuno disse che la radio è quella cosa dove il vento (in mancanza d'altro) c'è che fischia; perché il pubblico non può. A questo punto, dovrei passare a illustrare i vari blocchi della fig. 120 e le infinite loro varianti, ma è proprio il caso di sfruttare la ben nota frase fatta: « l'argomento esula dai limiti della presente trattazione ». Chi vuole saperne di più ha a disposizione la letteratura tecnica.
Punto e basta sullo stereo in aria.
Coro degli uditori discenti:

« *Chi poteva sospettare una cosa sì tremenda?*
Ho imparato qualcosa; degli insulti faccio ammenda ».

Gli intervenuti alla

LEZIONE XV

intitolata

CENNO SULLA QUADROFONIA — CI CAPISCI QUALCOSA?

sono esattamente la metà dei presenti alla lezione precedente, vale a dire $n/2^{14} = n/16384$ (n erano gli astanti alla 1ª lezione).
Con compunzione ascoltiamo carponi l'immancabile propiziatorio dei discepoli stipendiati:
« *In un solco quattro piste, quattro tracce sopra un nastro.*
Quadrofonico messaggio; qui finisce in un disastro »!

1. Introduzione alla matrizzazione

DOCENTE - Quadrofonia: parola che riempie la bocca! Una rivoluzione, che vuol disarcionare la stereofonia bicanale. Quando si è introdotto il concetto di direzionalità del suono, è balenata subito la folgorante idea che la distinzione fra sinistra e destra non era sufficiente, infatti perché trascurare le direzioni dall'alto, dal basso, davanti, dietro, e di tre quarti?

Più in generale, la vera stereofonia dovrebbe essere omnidirezionale, cioè dovrebbe mettere in grado un uditore, posto al centro di una sfera, di distinguere la provenienza di un suono da uno qualsiasi degli infiniti raggi della sfera. Al momento d'inizio della stereofonia, i grandi volponi, tramando nell'ombra, decisero di dedicarsi solo a due direzioni; la sinistra e la destra, trascurando tutte le altre, perché non sapevano proprio come tenerne conto. A giustificazione del loro peccaminoso assunto, i suddetti volpacchiotti addussero il fatto che l'uditore ha solo due orecchie, per l'appunto uno a sinistra e l'altro a destra, e che non avevano mai conosciuto un ascoltatore provvisto di orecchie in un numero infinito. La barzelletta può zittire i fessacchiotti come voi, ma non è valida per i genii come me. Faccio una similitudine (come faceva Dante per chiarire concetti oscuri): con tre colori fondamentali (rosso, verde, blu) si combinano tutte le infinite tinte dello spettro visibile, è il principio della tricromia.

Perché non deve essere possibile con due sole orecchie distinguere tutte le provenienze dei suoni? Se passa un aeroplano, voi guardate in alto, per aria, e non a terra o dalle due parti di transito dell'autobus. Si o no? Che non sia agevole concepire un impianto sonoro con infiniti canali, lo ammetto. Infatti, come inserire infinite piste nel solco di un disco, o infinite tracce in un nastro magnetico? La vostra mente già farnetica di usare il sistema multiplex, ma anche questo ha limiti assai ristretti, comunque è una via alla stereofonia multipla. Per cominciare, ci si dedicò al sistema bicanale. Ma sotto la cenere covava la favilla incendiaria. La cosa divenne di pubblico dominio. Per evitare scandali, si pensò di concedere altre due direzioni: quella anteriore e quella posteriore.

Così, l'ascoltatore, da qualunque parte si rigiri, si trova sempre immerso in una fusione di suoni, che con effetto panoramico, lo seduce e incretinisce come tutti i sedotti. Nacque così la stereofonia a 4 canali o quadrofonia, che comporta l'aggiunta di altri due altoparlanti posti a sinistra e a destra, ma dietro l'ascoltatore. Lo stereo a 4 canali riguarda la tecnica di convogliare 4 canali idealmente indipendenti d'informazione, come fanno ormai parecchi registratori a nastro a 4 piste e le testine di riproduzione del nastro quadrofonico. Si parte da un nastro pilota a 4 canali, le cui 4 piste sono previste per la riproduzione da altoparlanti posizionati a sinistra e a destra sia davanti, sia dietro rispetto all'ascoltatore. Per amore di concisione, si è inventata la notazione 4-4-4, dove la prima cifra esprime il numero di tracce del nastro pilota; la seconda cifra significa il numero di canali indipendenti di trasmissione, la terza cifra significa il numero di canali

riprodotti. La notazione 4-4-4 rappresenta la massima utilizzazione, in quanto vengono trasmessi e riprodotti tutti i 4 canali del nastro pilota. Anche limitandosi a soli 4 canali, le difficoltà della loro trasmissione sono assai mastodontiche. Da anni ormai, si arrovellano i grandi encefali della Victor CO. (IVC) giapponese, della RCA e di altri brontosauri della registrazione. Visto che il tempo passava e il problema così come era posto appariva irresolvibile, si è fatta una di quelle pensate, che fanno epoca: fare ricorso alla matrizzazione. Mi spiego. Con questa tecnica, i quattro canali vengono combinati in due soli canali, che vengono realmente trasmessi, poi, al lato sintesi, vengono riformati e restituiti tutti i quattro canali originali.
Un guaietto della matrizzazione è la diafonia fra i canali, ma si è trovato successivamente che essa non nuoce alla localizzazione dei **suoni.** La notazione simbolica per questa tecnica è 4-2-4, dove però l'ultimo 4 non rappresenta 4 canali indipendenti, ma rappresenta il voto di greco ottenuto dal mio nipote. Non lo credereste, ma questa è una tecnica di codificazione bella e buona, dove si cimentano mostri delle dimensioni della CBS, Dyna, Electro Voice, Nippon Columbia, Sansui.

Basandosi sulla scemenza ad alto potenziale dell'uditore medio, si sono escogitati sistemi di pseudo quadrifonia, veri trucchi fondati sull'imperativo: « il pubblico non capisce niente e non se ne accorge ». Vari metodi sono stati proposti per generare suoni attraverso 4 altoparlanti mediante un volgare disco a due canali, ai quali metodi compete il simbolo 2-2-4; qui i segnali possono essere distribuiti a 4 altoparlanti in un modo semplice. I segnali S-D vengono applicati a 2 altoparlanti collocati posteriormente, sfasati fra loro di 180° o di 90°, con l'eventuale ausilio di un certo tasso di diafonia fra i 2 altoparlanti posteriori e, crepi l'avarizia, anche fra quelli anteriori. La ragione è che mentre il suono riverberante viene registrato insieme con il suono diretto, viene da questo largamente mascherato. Avendo il suono riverberante carattere incoerente, non c'è cancellazione in un segnale differenza, perché con questo il mascheramento è minore. Le diafonie frontali e posteriori non sono necessariamente uguali. Se v'interessa, ecco alcuni sistemi, che forniscono uscite da 4 altoparlanti, partendo dalla mediazione di due canali: comune matrice di altoparlanti, Dyna Mk11, Electro Voice; JVC; KAI, Pioneer; Sansui; Sanyo; Trio Kenwood, Zenith; Gately; Grundig; Onkyo; Toshiba; National; Nippon Columbia; Skandia; Pye; Körting.

Che ve ne pare? La quadrifonia ha messo a soqquadro il mondo intero. Per alcuni di questi sistemi, sono indispensabili dischi codificati. Ai sistemi 2-2-4 è stata appioppata una quantità di nomi stravaganti come

sistemi sonori quadrilizzati e sintetizzati; ma non sono veri e propri sistemi quadrofonici; per i 2-2-4 starebbe meglio la denominazione « stereo a 4 altoparlanti ». Una certa prepotenza nell'imporsi è impiegata dal sistema 4-2-4, che comincia a sfoggiare il sorriso del favorito, ma la matrizzazione trama in silenzio ed è una potenza. Frattanto l'Associazione industrie elettroniche U.S.A. e gli Studios di Comando di Londra intessono lunghe serie di banchetti dei 2000 sottocomitati interessati, per addivenire alla decisione della scelta di uno standard; non riuscendo mai a mettersi d'accordo su quale sia il sistema migliore, si elaborano complicatissimi e rigorosissimi programmi di prova e, ben inteso, la catena dei banchetti si arricchisce di nuovi succulenti anelli. Le Case discografiche tranquillizzano il pubblico, affinché non smetta di acquistare dischi bicanali, che il disco quadrofonico verrà messo in commercio solo quando sarà perfettamente compatibile mediante un decodificatore universale già in avanzato stato di putrefazione sul mercato. La Electro Voice ha la « tolla » di dire che ha in testa un circuito integrato per decodificare tutto il materiale matrizzato esistente senza commutazioni. A me sembra che la Electro Voice la spari un po' troppo grossa, se saranno pattume olezzeranno.

2. Cenno sulla matrizzazione

Che cos'è una matrice? In senso elettrico (che a noi interessa) è un dispositivo rettangolare d'intersezioni fra entrate e uscite, con elementi, fra i molti, normalmente funzionanti da codificatore o decodificatore. Un tipo che abbiamo discusso è il decodificatore stereo a matrice della radio, in cui gli elementi fra le intersezioni sono resistori. Perché mi fate quelle facce stralunate?
SICOFANTE - Gli è che non abbiassimo mai veduto una cosa simile.
DOCENTE - Bel guiderdone del logorio dei miei mantici respiratori! Riprendete le dispense, anime malnate, e studiatevi i circuiti di decodificazione, che vi illustrai con tanta passione nelle passate lezioni, là troverete matrici e peggio.
SICOFANTE - Non si adirasse professore. Sappiamo che lei fa « con passione »... il suo mestiere.
DOCENTE - Un codificatore, che faccia per noi, deve avere 4 linee di entrata e 2 linee di uscita. I segnali d'ingresso devono essere messi sulle 2 linee di uscita in modi diversi, altrimenti diverrebbero inseparabili. Adesso il discorso si farà tenebroso. Gli elementi alle intersezioni de-

vono essere circuiti con diverse attenuazioni, per non introdurre malvagi sfasamenti.
Qui bisogna tagliar corto, l'argomento richiederebbe una trattazione analitica piuttosto assassina. Mi limiterò a considerare il circuito mostrato in fig 122, dove le entrate A,B.C.D sono disposte sulle uscite S e D con guadagni rappresentati da a, a', b, b'. Decodificando queste con un dispositivo analogo, si ricevano 4 uscite E, F, G, H, ciascuna ottenuta prendendo i segnali S e D ed elaborandoli con guadagni differenti. A titolo di esempio, l'uscita generalizzata E deve assumere la forma:

$$E = A\,(ea+e'a') + B\,(eb+e'b') + C\,(ec+e'c') + D\,(ed+e'd').$$

Scrivendo le altre 3 equazioni per F, G, H, è chiaro che la condizione imprescindibile per combinare 4 segnali in cotal guisa è che i segnali provengano da tutte 4 le uscite, quando è presente una sola entrata. Queste equazioni si riferiscono solo alla miscelazione di ampiezza, ma si possono ottenere matrizzazioni impiegando sfasamenti tra i canali o una combinazione di ampiezza e fasi. E' doveroso ricordare il nome di Scheiber, che ricavò le equazioni di una delle prime matrici. Una semplice matrice di codificazione è rappresentata in fig. 123, mentre in fig. 124 sono riportati due schemi di matrici di decodifica adatte

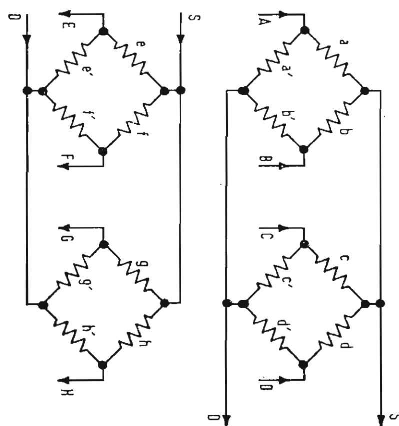


Fig. 122 - Matrice di ampiezza, generalizzata con il losco fine di infilare quattro canali d'entrata in due canali di uscita, ciascuna entrata è piazzata diversamente sulle due linee di uscita.

alla codifica di fig. 123; in a) si utilizzano 2 transistori; in b) si utilizzano amplificatori operazionali.
Usando la forma parametrica dell'equazione della matrice di fig. 123, si può concepire i due canali di trasmissione come il risultato della composizione di 4 segnali d'entrata risolti su 2 assi ortogonali rappresentanti i canali di trasmissione. Ciò corrisponde allo spostamento della punta d'incisione del disco, o della puntina di riproduzione nel solco del disco.

3. La diafonia quadrofonica

In una matrice del tipo di fig. 123, la diafonia è infinita tra il canale desiderato e il suo opposto (situato dietro l'ascoltatore). Tra il canale desiderato e i due canali adiacenti raggiunge i 3 dB e non è poco. Tuttavia in quadrifonia, la diafonia ha minor importanza che in stereofonia bicanale, perché si utilizzano nella localizzazione più di due altoparlanti. La diafonia fra i due altoparlanti frontali disturberebbe la localizzazione fra di essi se non ci fossero altri altoparlanti. In quadrofonia, con una entrata, che dia un'immagine appena a sinistra del centro in un gruppo di due altoparlanti, c'è un'uscita dall'altoparlante sinistro posteriore tendente a spingere l'immagine ulteriormente in senso antiorario. Con un segnale frontale sinistro, vengono generate ampiezze eguali degli altoparlanti a lato di quello frontale sinistro, il che conduce a una buona localizzazione. Quando il segnale è a sinistra e dietro l'altoparlante anteriore sinistro il livello dell'altoparlante

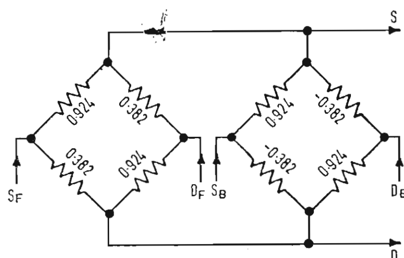


Fig. 123 - Semplice matrice di codificazione, che in combutta con una matrice simile di decodifica, da uscite uguali ai lati dell'altoparlante con l'uscita desiderata (se non avete capito niente di questa didascalia, provate a leggere il testo, ma non servirà a nulla).

sinistro posteriore è aumentato, il livello dell'altoparlante anteriore è diminuito, inoltre c'è un segnale nell'altoparlante posteriore destro sfasato rispetto agli altri; cioè sposta ulteriormente l'immagine del segnale in opposizione di fase, questa componente antifase infiuisce sulla localizzazione in modo deleterio. Ci si potrebbe divertire (che ironia!) a considerare due gruppi di 3 altoparlanti ciascuno in una cortina a 3 altoparlanti. Vi assicuro che l'indagine è tutta da ridere.
Nel caso di segnale centrale posteriore, la cancellazione dei segnali posteriori indica che l'immagine deve essere collocata davanti, al centro. E' impossibile ottenere un'immagine definita al centro posteriormente, perché i due segnali posteriori sono in opposizione di fase e

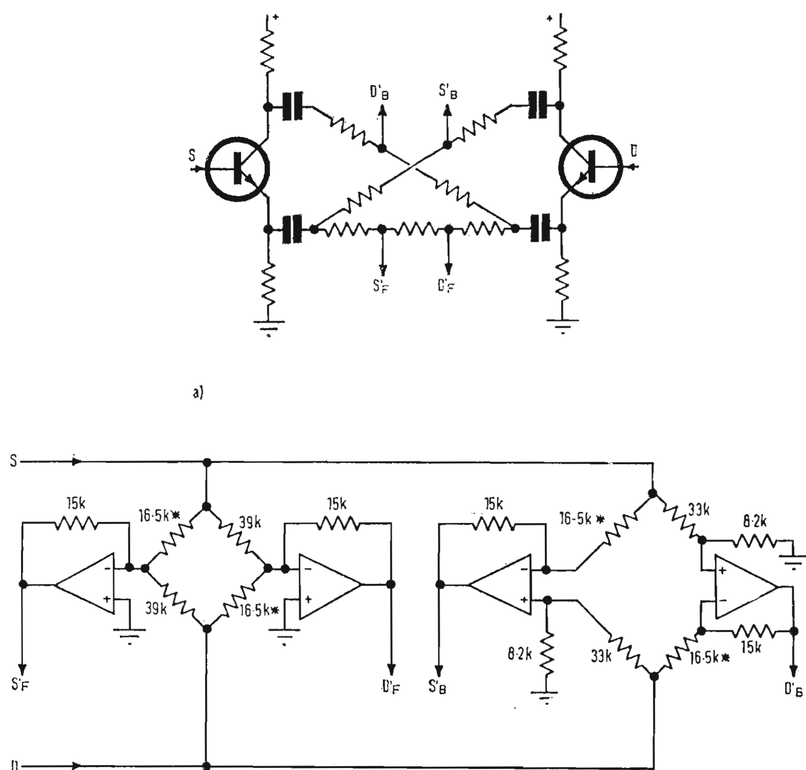


Fig. 124 - Due sfacciate realizzazioni di una matrice di decodifica per la sempliciotta matrice di codifica della fig. 123. a) uso di transistori discreti - b) uso di amplificatori operazionali (discreti).

ciò impedisce la formazione dell'immagine. La localizzazione circolare a 360° non è possibile con la tecnica della semplice matrice.

4. La compatibilità

Si intende qui per compatibilità, la proprietà dei dischi a 4 canali matrizzati di essere soddisfacentemente riprodotti con un impianto bicanale.
La fig. 125 mostra i segnali, che devono essere applicati ai due altoparlanti. I significati di simboli dei segnali sono:
SF = sinistro frontale; DF = destro frontale; Sp = sinistro posteriore; Dp = destro posteriore. Se vi è solo il segnale frontale (Sp = Dp = o), la diafonia è 7,7 dB, che per altoparlanti disposti a ± 30° dall'asse centrale, stringe il campo da 60° a 24°; per altoparlanti a ± 45%, la diminuzione è da 90° a circa 34°. Che bella compatibilità! Se il segnale posteriore non è nullo mentre è zero quello frontale, l'effetto dei segnali disuguali in antifase è di far scomparire parte del campo stereo dalla regione centrale e di estendere *in fuori* la localizzazione degli altoparlanti. Il campo può estendersi a ± 90°, con segnali uguali in antifase e per Sp = Dp, il campo si estende a circa ± 53°. Perché ciò sia vero, bisogna che l'ascoltatore abbia la compiacenza di andare a ficcarsi di fronte agli altoparlanti in antifase. Se invece gli altoparlanti sono dietro, la larghezza apparente del campo può ridursi a 1/3 di quella reale. Per un programma, che interessa tutti i 4 canali, la larghezza percepita dipende dall'entità dell'informazione contenuta

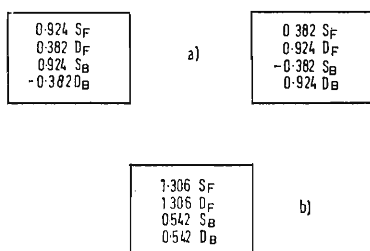


Fig. 125 - a) compatibilità di un disco codificato, che impiega una semplice matrice campagnola con riproduzione a due canali. Il campo immagine per i segnali frontali risulta ridotto, ma il campo per i segnali posteriori risulta allargato in seguito allo sfasamento di 180°. b) nella riproduzione monofonica, i segnali posteriori vengono soppressi relativamente ai segnali anteriori.

nei segnali frontali e di quella contenuta nei segnali posteriori e ciò giace in grembo al fabbricante del disco. Se anche i componenti in antifase a campo largo riescono a compensare le componenti in fase a campo ristretto, il risultato non è lo stesso come con un disco stereo convenzionale. Importa però assai che questo sia un valido sostituto del disco a 4 canali per quei miscredenti di utenti, che vanno matti per l'effetto antifase specialmente per il suono riverberante e gli applausi dell'uditorio.
Bisogna sapere che talvolta gli applausi vengono registrati in controfase, perché c'è qualche squilibrato pronto ad asserire che nei dischi convenzionali ciò provoca una folle ebbrezza di peccaminoso piacere.
Nella riproduzione monofonica (v. fig. 125 b) i segnali in opposizione cancellano parzialmente i suoni posteriori riducendoli di 77 dB rispetto ai suoni frontali; allora sì che sono guai! In queste condizioni il sistema risulta deficiente.

5. Alcuni sistemi commerciali di matrici quadrofoniche

Cerchiamo anzitutto di smascherare le truffe quadrofoniche. Infatti, accanto ai sistemi di vera codificazione ci sono gli spacciatori di « suono circostante », che qualificano con i roboanti nomi di quadralizzazione e sintetizzazione. Tutte queste deformità dello stereo x 4, sfruttano indegnamente i segnali brutalmente prelevati da un proletario disco stereo a due piste o dalla radio e deducono, con l'ausiliario dei bussolotti, i segnali per due autoparlanti supplementari generalmente disposti dietro l'ascoltatore (così non vede il trucco). Il misfatto si

Tabella 1

Codice	Decodifica	Uscite con programma codificato		Monofonia
		Quattro canali	*Due canali	
Dynaco-Disposizione a « rombo » $S_T = S + F + P$ $D_T = D + F - P$	$S' = S_T$ $D' = D_T$ $F' = S_T + D_T$ $P' = S_T - D_T$	$S + F + P$ $D + F - P$ $S + D + 2F$ $S - D + 2P$	sinistro-destro diafonia	$S + D + 2F$ Avanti + 6 dB Dietro zero
Variante Tappan $S_T = S + 0{,}7F + 0{,}7P$ $D_T = D + 0{,}7F - 0{,}7P$	$S' = S_T$ $D' = D_T$ $F' = 0{,}7(S_T + D_T)$ $P' = 0{,}7(S_T - D_T)$	$S + 0{,}7F + 0{,}7P$ $D + 0{,}7F - 0{,}7P$ $F + 0{,}7S + 0{,}7D$ $P + 0{,}7S - 0{,}7D$	sinistro-destro diafonia	$S + D + 1{,}4F$ Avanti + 3 dB Dietro zero

Numeri approssimati a un decimale. *Equazioni come nella 1ª colonna (codice).

tabella 2 Sistemi qadrofonici a matrice

Codice	Decodifica	Uscite con programma codificato: Quattro canali	Diafonia (dB)	Due canali *	Monofonia
DYNACO "disposizione a quadrato" $\begin{bmatrix} 1.0 & 0.25 & 1.0 & -0.5 \\ 0.25 & 1.0 & -0.5 & 1.0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0 \\ 0 & 1.0 \\ 0.64 & -0.36 \\ -0.36 & 0.64 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.25 & 1.0 & -0.5 \\ 0.25 & 1.0 & 0.5 & 1.0 \\ 0.55 & -0.2 & 0.82 & -0.68 \\ -0.2 & 0.55 & -0.68 & 0.82 \end{bmatrix}$	12; 5·1; 5·1; 14 (180°); 4·3 (180°); -1·9; 1·9; 3·2 (180°)	diafonia frontale 12 dB	$1.25S_F+1.25D_F+0.5S_P+0.5D_P$ Posteriore -8dB
ELECTRO-VOICE sistema originale $\begin{bmatrix} 1.0 & 0.3 & 1.0 & -0.5 \\ 0.3 & 1.0 & -0.5 & 1.0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.2 \\ 0.2 & 1.0 \\ 0.76 & -0.61 \\ -0.61 & 0.76 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.06 & 0.5 & 0.9 & -0.3 \\ 0.5 & 1.06 & -0.3 & 0.9 \\ 0.59 & -0.38 & 1.06 & -0.99 \\ -0.38 & 0.59 & -0.99 & 1.06 \end{bmatrix}$	6·5; 5·1; 5·1; 8·9 (180°); 11 (180°); 1·5; 1·5; 0·6 (180°)	diafonia frontale 10,4 dB	$1.3S_F+1.3D_F$ $0.5S_P+0.5D_P$ Posteriore -8·3dB
Decodifica ZENITH	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0 \\ 0 & 1.0 \\ 0.68 & -0.53 \\ -0.53 & 0.68 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.3 & 1.0 & -0.5 \\ 0.3 & 1.0 & -0.5 & 1.0 \\ 0.52 & -0.33 & 0.95 & -0.81 \\ -0.33 & 0.52 & -0.87 & 0.95 \end{bmatrix}$	10·4; 5·1; 5·1; 9·5 (180°); 5·6 (180°); 0·4; 0·4; 0·15	come sopra	come sopra
SCHEIBER sistema originale $\begin{bmatrix} 0.92 & 0.38 & 0.92 & -0.38 \\ 0.38 & 0.92 & -0.38 & 0.92 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.92 & 0.38 \\ 0.38 & 0.92 \\ 0.92 & -0.38 \\ -0.38 & 0.92 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.71 & 0.71 & 0 \\ 0.71 & 1.0 & 0 & 0.71 \\ 0.71 & 0 & 1.0 & -0.71 \\ 0 & 0.71 & -0.71 & 1.0 \end{bmatrix}$	3; 3; 3; 3 (180°)	diafonia frontale 7,7 dB	$1.31S_F+1.31D_F+0.54S_P+0.54D_P$ Posteriore -7·7dB 0dB con modi di sfasamento
TAPPAN $\begin{bmatrix} 0.71 & 0 & 1.0 & -0.71 \\ 0 & 0.71 & -0.71 & 1.0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.41 & 1.0 \\ 1.0 & 1.41 \\ 1.0 & 0 \\ 0 & 1.10 \end{bmatrix}$	come sopra	come sopra	nessuna diafonia frontale	$0.71S_F+0.71D_F+0.29S_P+0.29D_P$ Posteriore -7·8dB
SANSUI $\begin{bmatrix} 0.92 & 0.38 & j0.92 & j0.38 \\ 0.38 & 0.92 & -j0.38 & -j0.92 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.92 & 0.38 \\ 0.38 & 0.92 \\ -j0.92 & j0.38 \\ -j0.38 & j0.92 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.71 & j0.71 & 0 \\ 0.71 & 1.0 & 0 & -j0.71 \\ -j0.71 & 0 & 1.0 & 0.71 \\ 0 & j0.71 & 0.71 & 1.0 \end{bmatrix}$	3; (↓-90°) (↓+90°) 3; 3 (↓+90°) (↓-90°); 3	diafonia frontale 7,7dB	$1.31S_F+1.31D_F+j0.54S_P-j0.54D_P$
CBS $\begin{bmatrix} 1.0 & 0 & -j0.71 & 0.71 \\ 0 & 1.0 & -0.71 & j0.71 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0 \\ 0 & 1.0 \\ j0.71 & -0.71 \\ 0.71 & -j0.71 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0 & -j0.71 & 0.71 \\ 0 & 1.0 & -0.71 & j0.71 \\ j0.71 & -0.71 & 1.0 & 0 \\ 0.71 & -j0.71 & 0 & 1.0 \end{bmatrix}$	3; 3 (180°); (↓+90°) (↑-90°) 3; (↓-90°) (↑+90°); 3	nessuna diafonia frontale	$S_F+D_F+L_B(-135°)+R_B(+45°)$ Segnale centro posteriore soppresso
Forme possibili di decodifica	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.25 \\ 0.25 & 1.0 \\ 0.71(0.25+j) & 0.71(1+0.25j) \\ 0.71(1+0.25j) & 0.71(0.25+j) \end{bmatrix}$	diafonia migliorata centro antero-posteriore	12; 3·3 (140°); 3·3 (76°↓) (-104°↑); (↓-104°) (↑76°); 3·3 (-166°); 12	come sopra	come sopra
	$\begin{bmatrix} 1.0 & 0.1 \\ 0.1 & 1.0 \\ 0.71(0.4+j) & -0.71(1+0.4j) \\ 0.71(1+0.4j) & -0.71(0.4+j) \end{bmatrix}$	diafonia centro antero-posteriore 7dB	20; 3·8 (68°); 3·8 (-112°); 3·1 (-174°); 3·1 (84°); 3·1 (-96°); 3·1 (6°); 8	come sopra	come sopra

NOTE
quasi tutti i numeri sono approssimati a un decimale

* equazione come nella 1ª colonna (Codice)

compie in modo semplice immettendo segnali differenze negli altoparlanti posteriori sfasati di 180° fra loro. Il sistema presta il fianco a molte varianti. C'è sempre la pennellata di giallo data dalla diafonia. Per il metodo Toshiba la diafonia antero/posteriore è rispettivamente nulla e 0 dB cioè non ha attenuazione), oppure 15 dB e 0 dB, e infine nulla e 13 dB. Per il metodo Onkyo, la diafonia è nulla e 6 dB. I trafficanti affermano che c'è uno sfasamento di 90° fra i due altoparlanti posteriori, ma io che ho ficcato il mio possente naso nei diagrammi, non ho per nulla trovato tale sfasamento. O se lo sono segnato, o si è suicidato.
Sempre utilizzando i modi di ricavare segnali per quattro altoparlanti dai due canali stereo, si può ottenere la direzionalità del suono e l'estensione di campo stereo, « codificando » i due segnali stereo.
State a sentire cosa ha combinato la Dynaco. Il suo sistema è di una semplicità nauseante, perché richiede solo i due amplificatori già esistenti per la riproduzione stereo. Chiamando S.D, F, P, i segnali sinistro, destro, anteriore o frontale e posteriore previsti per la localizzazione nei rispettivi altoparlanti, quella volpe della Dynaco usa i segnali S+F+P e D+F−P come due segnali trasmessi o registrati. Nella duplicazione attraverso la matrice degli altoparlanti, detti due segnali vengono applicati agli altoparlanti sinistro e destro, mentre

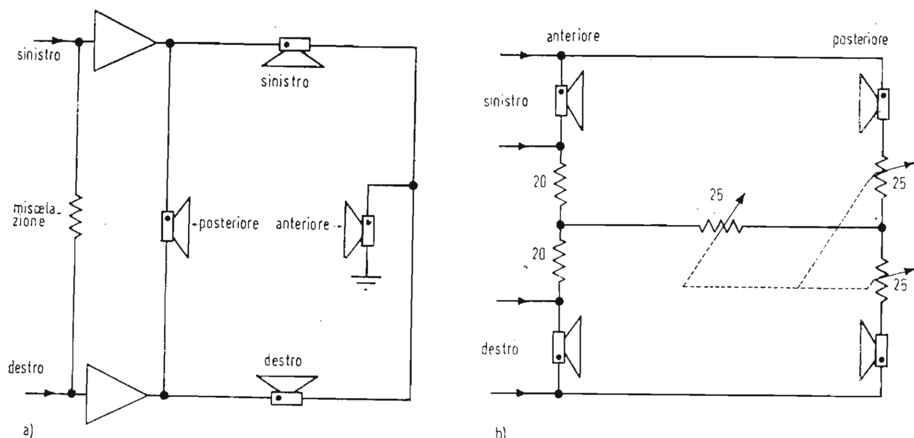


Fig. 126 - Matrice Dynaco di altoparlanti - a) disposizione rombica - b) disposizione quadrata (circuito « Quadroptor » si può avere un nome più buffo?).

gli altoparlanti anteriore e posteriore sinistro e destro si nutrono dei segnali 2F+S+D e 2P+S−D rispettivamente. Guardat ela fig. 126, non capirete niente lo stesso, ma se poi la guardate sarà peggio. La localizzazione ottenuta fa pietà, la resa monofonica fa senso. Figuratevi che i segnali posteriori non vengono riprodotti, mentre quelli anteriori sono esaltati di 6 dB. La fig. 126 a) è la disposizione matriciale a rombo degli altoparlanti, essa richiede una miscelazione fra i due canali per compensare la diafonia nel circuito degli altoparlntia, e la semplicità va al diavolo.

Non posso nascondere che esiste un'inversione al carico dell'amplificatore dipendente dalla posizione della sorgente sonora.

Il Tappan (appena leggermente meno noto di Dante Alighieri, ma per il resto un vero fulmine elettroacustico) ha proposto una variante degradante moralmente, ma che porta qualche miglioria, sebbene ci tenga ben lontani dalla quadrifonia decente. Visto che le cose andavano di traverso, la Dynaco ha elaborato quel capolavoro di quadrilatero di altoparlanti riportato in fig. 126 b, dove non occorre la mescolazione delle entrate (per non fare l'accumulo, se no il fisco!), ma con segnalini piccolini negli altoparlanti posteriori.

Se si sentono poco, basta accostarsi ad essi e fuggire a gambe levate da quelli anteriori. Nei settori posteriori, la localizzazione è sempre sbagliata. Qui per continuare a trattare da par mio la quadrifonia dovrei sfoderare la mia incommensurabile abilità nel maneggiare i simboli matriciali e la loro scorbutica algebra, per ottenere equazioni che forniscono la precisione direzionale e le uscite di ciascun altoparlante. Davanti alle vostre conformazioni craniali, le braccia mi cascano e forse non riuscirò a raccattarle. Perciò penso che sia meglio conoscere le caratteristiche di compatibilità di generatori codificati con i preesistenti riproduttori bi e monocanali. Il perfetto quadralizzatore non deve mai dimenticare, neppure per un istante, che i sistemi comprendenti sfasamenti di soli 180° presentano sempre l'inconveniente dell'errata localizzazione e che immagini posteriori chiare non sono possibili, a motivo della relazione antifase fra gli altoparlanti posteriori. Nel modo bicanale, la matrice di Scheiber comporta una diafonia di 7,7 dB e nel modo monofonico i segnali posteriori sono attenuati di 7,7 dB. Con la matrice Electro Voice, la diafonia frontale destra-sinistra è di 10 dB nel modo bicanale, in monofonia i segnali posteriori sono attenuati di 8,3 dB.

Trovandosi tra le mani un programma codificato dalla Electro Voice, quella sempliciotta di una Zenith ha messo su un decodificatore quan-

to mai risibile, ma con coefficienti diversi da quelli normali della E.V., con il quale è riuscita a migliorare la diafonia frontale sinistra-destra nel modo quadricanale (10 dB invece di 6,5 dB, vi pare poco?).
Lo Scheiber, con l'ausilio di molto whisky, ebbe una scintilla per superare l'incompatibilità monofonica: egli introduce di soppiatto uno sfasamento differenziale di 90° fra i due segnali codificati (cioè +45° in un canale e −45° nell'altro canale). Alla decodificazione egli opera sui due segnali uno sfasamento differenziale in senso opposto e così di sfasamenti non si sentirà più parlare. Nella riproduzione monofonica, i segnali corrispondenti nei due canali si ammassano e forniscono risultanti attenuate di 3 dB.

Nella riproduzione bicanale, lo sfasamento di 90° è stato completamente defenestrato. La rapace Electro Voice si è impossessata del sistema Scheiber, poi si è morsa le unghie, quindi si è buttata a corpo morto su un nuovo sistema, cominciando a elaborare (tanto per far mostra di far qualcosa d'importante) quel circuito integrato, già menzionato e che dovrà fare abbaglianti scintille decodificando qualunque matrice esistente, cani, gatti e altri animali candidati.

La Sansui sorniona evita l'errata localizzazione in questa guisa: prima di combinare le quattro entrate nella matrice di decodificazione, applica ai due segnali posteriori gli sfasamenti di +90° e −90° relativamente ai canali frontali. Il sadismo mi tenta a questo punto di chiedervi di concludere, cioè di spiegare con il suddetto diabolico artificio perché si elimina l'errore di localizzazione errata. Prevedendo una serie di boh, bah, beh, bhi, bhu! come risposta, ve lo dico io: i due segnali posteriori risultano in opposizione, ma non avviene cancellazione in ciascuna equazione per i segnali codificati con segnali coerenti, annullando così una fonte di errata localizzazione. Data questa magnifica combinazione, vien fatto di usare circuiti sfasatori di 90° nel decodificatore dopo la matrice (guardare di nuovo la fig. 124), nel modo inverso atto a codificare, cioè sfasare di −90° nel canale Sp (sinistro posteriore) relativamente al fronte anteriore, e di +90° nel canale Dp (destro posteriore), sempre rispetto al davanti. Le uscite decodificate sono indicate nell'impressionante tabella 2 (ve la presenterò, tra non guari, insieme con la tabella 1); cosa più che naturale, alcuni segnali sono in quadratura, ma la Sansui ammonisce che la localizzazione è insensibile ai componenti sfasati. La diafonia tra un altoparlante e il suo adiacente è −3 dB, rispetto all'altoparlante opposto è zero, mentre la diafonia antero-posteriore e laterale-laterale è 7,7 dB, come per la matrice base senza sfasatori. Ancora similmente a ciò che avviene con la matrice fondamentale, la diafonia sinistra-

destra « frontale » nel modo bicanale è 7,7 dB (naturalmente con l'ausilio di manutengoli termini sfasati, che forniscono sempre un'uscita in opposizione di fase, dando così l'impressione di immagini sonore « posteriori » provenienti apparentemente dall'esterno degli altoparlanti). Nel modo monofonico i due segnali posteriori vengono sfasati di $+90°$ e $-90°$ e attenuati di 7,7 dB rispetto ai segnali anteriori.
Fa tempo che sveli le tabelle 1 e 2. La tabella 1 riassume i dati caratteristici del sistema Dynako e della sua variante Tappan. Non posso intrattenermi su di essa, i significati dei simboli ve li ho già spiegati, qui aggiungo che gli « apici » indicano i segnali di uscita; gli stessi simboli senza apici indicano segnali di entrata. La tabella 2 incute veramente una grande paura, sono con voi. Essa riassume le caratteristiche dei sistemi quadrofonici a matrice. Le righe e le colonne di numeri entro le lunghe parentesi quadre costituiscono le « matrici » e più non dimandare. Chi la capisce, la capisce, e chi non la capisce vivrà meglio di chi la capisce. A tutti fa capire che la quadrofonia non è una « cosa semplicissima » e giustifica il prolungarsi dell'assunzione del sistema definitivo per la quadrofonia. Grande è la responsabilità di chi deve decidere, contando poi che con tante numerose proposte, appena scelta una, se ne scoprirebbe un'altra migliore.
SPARAGANDOLITT - Ci dica almeno come si fa a ottenere lo sfasamento di 90° fra due linee.

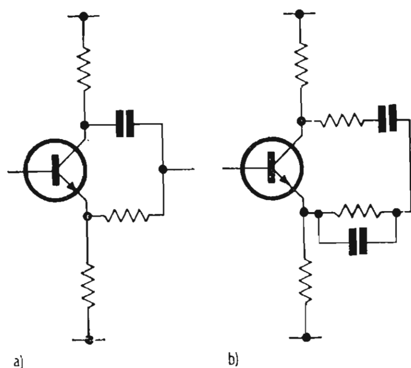


Fig. 127 - Filtri « passatutto » (si domanda: cosa filtrano?) producono uno sfasamento di 90° dipendente dalla frequenza (cioè se cambia la frequenza, non è più 90°). a) circuito dei decodificatori Sansui - b) circuito dei decodificatori CBS.

DOCENTE - Il suo « gandolino » è sparato veramente a proposito. Basta ricorrere a un filtro passa-tutto. Disponendo in cascata alcuni circuiti come quello di fig. 127 a in ciascuna delle sue linee e regolando i filtri corrispondenti per avere la differenza di fase di 90°, si può approssimare una vasta gamma di fasi.
In sostanza, si è dato ai canali frontali uno sfasamento φ_1 ad una certa frequenza, e ai canali posteriori uno sfasamento uguale a $\varphi_1 - 90°$ e $\varphi_1 + 90°$ a quella stessa frequenza; la fase anteriore può essere φ_2, ma essendo agli sfasamenti posteriori $\varphi_2 - 90°$ e $\varphi_2 + 90°$, la differenza di 90° è conservata. Se vi sentite forti, guardate la fig. 128. Però nel co-

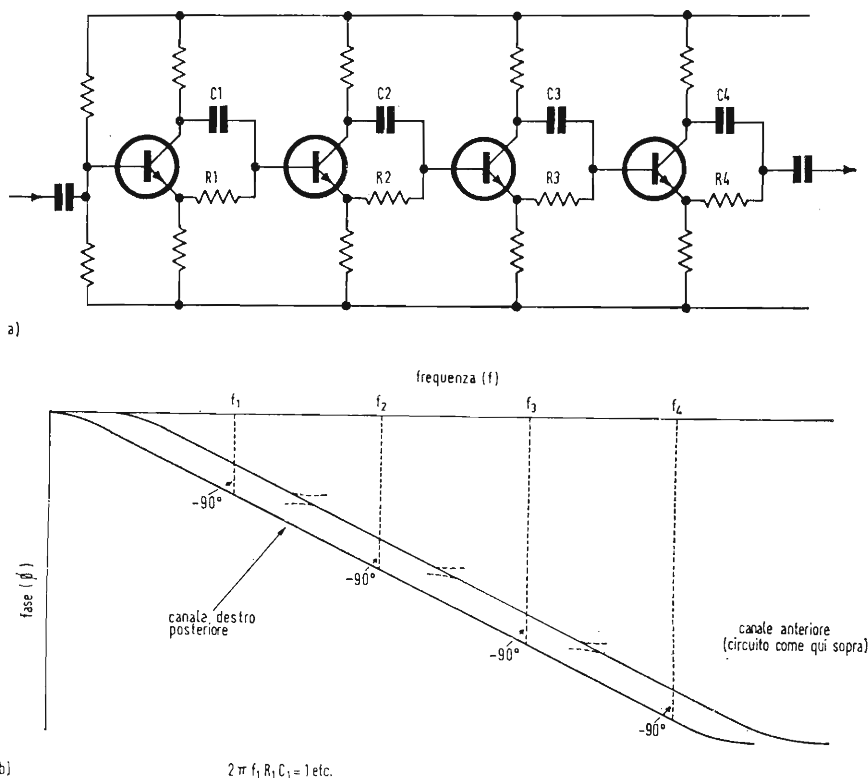


Fig. 128 - Circuito modulatore di fase dei decodificatori Sansui per vagliare rapidamente lo sfasamento in più e in meno dei normali 90°. a) circuito di principio - b) curve fase frequenza per i canali anteriore e posteriore.

dificatore, un simile circuito in cascata in ciascun canale è costoso; perciò la Sansui usa due semplici sfasatori (fig. 127), dove le frequenze a 90° sono distanziate di un'ottava; ossia lo sfasamento dipende dalla frequenza, riducendosi quasi a zero alle basse frequenze audio e aumentando a 180° per le alte frequenze acustiche. Assumendo come frequenza di sfasamento 90° una frequenza di pochi Hz, si ottiene un effetto di « presenza » spettacolosa e un miglior campo dinamico di toni impulsivi. La Sansui, con prove di ascolto estenuanti, ha determinato la velocità e la profondità di modulazione di fase, per le quali qualsiasi suono diretto proveniente dal retro non è influenzato. Il circuito modulatore di fase è rappresentato in fig. 129, dove gli oscillatori a 8 e 9 Hz alimentano la lampada in combutta con il segnale audio; si riesce così a modulare diversamente i due canali sinistro e destro. Nella tabella 2 compare anche il sistema CBS, sulla cui variante SQ mi sbottono solo adesso: il sistema SQ usa reti simili in cascata, per i suoi codificatori e decodificatori professionali. Con due simili catene, si può mantenere una differenza di fase di 90° entro ± 2° da 20 Hz a 20 kHz. Nei decodificatori più sempliciotti di campagna si usano reti monostadio di 2° ordine come in fig. 127 b. Con un magnifico sfalsamento, la differenza di fase di 90° è mantenuta da 100 Hz a 10 kHz entro ± 10°, con la separazione minima di 20 dB fra i due canali. E' questo un risultato da far restare a bocca aperta e non solo

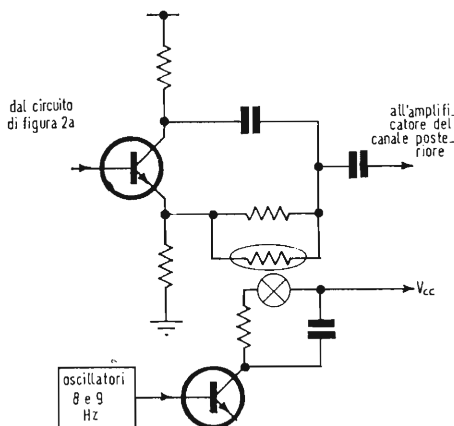


Fig. 129 - Due filtri passatutto in cascata. Usandone uno in ciascuno dei due canali, si ottiene una differenza di fase di 90° in una vasta gamma di frequenze fra i due canali.

quelli afflitti dalle adenoidi e dalla carne crescente nelle vie nasali. La mia benevolenza per voi mi spinge a confidarvi che i termini affetti dall'jota « j » (non idiota) non sono sfasatori assoluti di 90°, come qualche idiota (non jota) può ritenere, ma solo circuiti differenze di fase. Ci sono vari circuiti di decodificatori SQ con gradi diversi di miscelazione, con e senza circuiti logici, ed eleganti diafonie sfarzosamente esibite. Ci si è messa di mezzo pure la Sony, il suo decodificatore SQ 1000 sfrutta un circuito logico antero-posteriore. Qui un segnale calciatore centro-avanti presenta le uscite posteriori indesiderate in antifase. Questa relazione di opposizione di fase viene rilevata e si usa una rete a guadagno variabile per esaltare il centro antero-posteriore da 3 a 8 dB. Questo decodificatore ha reti sfasatrici di 90° da oltre 100 Hz a 10 kHz con la precisione del ± 5%. Ci si aspettano grandi cose dalla Sony. E' un po' che non ci occupiamo della compatibilità: questa è il piatto forte del sistema bicanale CBS, in cui la diafonia fra i segnali sinistro e destro è nulla. In monofonia, le quattro entrate sono prodotte tutte allo stesso livello, ma un segnale centrale posteriore dovrebbe eroicamente immolarsi per la causa comune. Da qui, un esodo precipitoso di solisti da quella posizione in trasmissione. Giacché ci siamo, vi dirò anche che nel sistema SQ con ascolto bicanale, i segnali immagini posteriori sono posti in mezzo fra i due altoparlanti, mentre negli altri sistemi i segnali posteriori in antifase danno luogo a immagini al difuori dei due altoparlanti. Credete che la Nippon Columbia rimanga inattiva? Non fosse altro che per vendicare la compagna Cio-Cio-San, lavora febbrilmente per battere gli U.S.A. e quel fetentone di Benjamin Franklin Pinkerton, divenuto un pezzo grosso della Electro Voice dove soffia sul fuoco per far uscire nuove strepitose matrici. Ma altre falangi d'invasati quadrofonici agitano codificatori, matrici logiche non viste ancora.
ULISSE - Il mio multiforme ingegno ha trionfato dei Ciclopi e del monocanale video Polifemo, della maga Circe, nonché dei Proci, ma qui sembra non aver virtù. Da tutto quel guazzabuglio di canali, matrici e peggio, proprio non riesco a capire come sia fatto un disco quadrofonico. Vuole avere la compiacenza di illuminarmi in proposito?

6. Il sistema SQ

DOCENTE - Lei è sempre quello che la vita in forse mette sui mari per danno altrui recare e scampato per il rotto della cuffia all'estremo danno, si rituffa in un mare di guai! Se proprio vuole affogare, le butto il laccio al collo con la seguente tiritera.

Distinguiamo il suono a 4 canali discreti dal suono a 4 canali matrizzati. Fanno parte del primo tipo di suono i nastri magnetici a 4 piste, che esigono un sistema riproducente equipaggiato con 4 testine, 4 preamplificatori, 4 amplificatori di potenza separati e 4 altoparlanti.
Poi ci sono i recentissimi dischi a 4 canali (tutti senz'acqua, manco male). Questi dischi hanno il solco normale con incisione 45/45 (sistema laterale-verticale), questi 2 canali contengono l'informazione sinistra-anteriore e destra-anteriore. Inoltre, un demone non identificato inserisce nel solco anche una subportante modulata con l'informazione dei canali sinistra-posteriore e destra-posteriore. Per ripristinare i 4 canali come generatori indipendenti, si richiede un decodificatore della subportante. Questi dischi comportano una quantità di se... ma... però. Per appagare l'inassopita bramosia di saper dello scaltrito eroe, dirò un quid intorno al sistema matrizzato SQ della Columbia-Sony (SQ = Stereo/Quadrofonico). Per la fabbricazione del disco SQ, si parte in registrazione da un registratore a nastro pilota multipiste, col quale si registra sul nastro il suono captato da vari microfoni fino al numero di 24. Subito dopo, si fa subire al nastro pilota un processo, che converte il grande numero di canali nei soli 4, che sono la base del suono quadrofonico. Poi, questi 4 canali vengono ancora ridotti a 2 (ecco cosa capita a cedere la prima volta!) per mezzo di un codificatore SQ, questi due canali vengono incisi sul disco pilota (anche lui) SQ. Il cuoricino del processo di decodificazione SQ è una galeotta modulazione elicoidale doppia.
Oltre a conservare le modulazioni convenzionali 45°/45° laterale-verticali corrispondenti ai canali sinistro e destro, che in questo caso diventano i canali del suono sinistro-anteriore e destro-anteriore, il sistema comporta modulazioni addizionali per i due rimanenti canali: sinistro-posteriore e destro-posteriore. Per effettuare queste incisioni, la puntina compie movimenti circolari e, mentre gira il disco pilota ed il solco avanza, si genera un'elica nel senso rotatorio per il canale sinistra-posteriore e un'elica di senso opposto (antiorario) per il canale di destra-posteriore.

In realtà, in riproduzione la puntina non gira in tutte due i sensi (provate poi a girare contemporaneamente in sensi orario e antiorario, e se ci riuscite, siete bravi), seguendo insieme il solco convenzionale 45°/45°. Qui avviene una composizione di moti.

I 4 canali d'informazione si combinano dando luogo ad un moto complesso della puntina, moto che rappresenta i 4 segnali singoli. La fig. 132 è un grafico del solco registrato. Per l'ascolto del programma riprodotto come suono quadrofonico, occorre un decdificatore SQ,

4 amplificatori, 4 altoparlanti e, naturalmente, un giradischi. Questo ultimo non deve avere requisiti quadrilateri, basta che sia stereo di buona qualità. Qui ognuno può sbizzarrirsi a formare il complesso riproducente in modo da utilizzare materiali già in suo possesso (salvo la segale cornuta e i cereali in genere, che si sono dimostrati inadatti). Si può suggerire: un ricevitore a 4 canali, decodificatore SQ, 4 altoparlanti e un giradischi. In riproduzione, il decodificatore SQ riceve le 4 modulazioni fondamentali SQ della testina fonografica, le separa e genera 4 nuovi segnali ciascuno dei quali contiene in prevalenza il suono del canale originale corrispondente, come era prima della codificazione. Questi segnali arrivano ai 4 amplificatori e ai 4 altoparlanti collocati nei 4 angoli della sala di ascolto (se questa è rotonda, vi arrangiate voi). Tutto ciò dà luogo ad una riproduzione sommamente realistica del nastro pilota quadrofonico originale. C'è chi arriva a dire che questa riproduzione non ha nulla da invidiare con quella ottenuta con 4 canali discreti, che costituisce il non plus ultra nella via della perfezione. Però sono pochi esaltati, prezzolati e in preda alla droga. Una buona notizia: il disco SQ può essere suonato con apparati stereo fonografici bicanali; il suono che esso produce, non solo sarà pari a quello dei migliori dischi stereo normali, ma darà inoltre una sensazione spaziale, che ingigantisce il piacere dell'ascolto. Così, un Tizio che aspetta pazientemente di farsi un impianto quadrofonico SQ, può fin da ora acquistare e godersi i dischi SQ, man mano che vengono messi in commercio, con l'impianto attualmente in suo possesso, mentre aspetta il lontano giorno in cui, se sarà ancora vivo, potrà trasformarlo in un sistema di riproduzione SQ. Notare poi che suonando i dischi SQ con convenzionali giradischi stereo a 2 piste, non si compromette in alcun modo la proprietà dei dischi di essere riprodotti in seguito in 4 canali.

Altra meraviglia del sistema SQ è di poter essere radiotrasmesso in MF stereo, senza bisogno di codificare in trasmissione, il che è importante per le stazioncine proletarie prive di mezzi per farsi un codificatore, anche col sistema rateale e con le cambiali.

Inoltre la trasmissione quadrofonica SQ può aver luogo anche subito; se poi l'ascoltatore non ha l'apparecchiatura necessaria per la riproduzione quadrofonica, a voi che importa? In ogni caso potrà ascoltare in stereo bicanale i nuovi dischi SQ e cominciare a rimpiangere quelli vecchi. Non c'è tacchino senza contorno: la Columbia stessa va sussurrando che i suoni al centro anteriore vengono incisi allo stesso modo usato per un disco stereo convenzionale, è come dire che danno per risultato una modulazione orizzontale o laterale del solco.

Inoltre, il suono può spostarsi tra gli altoparlanti del fronte sinistro e del fronte destro alla stessa maniera che nei dischi stereo bicanali, similitudine che sta alla base della incantevole compatibilità del sistema SQ, quando l'apparato riproduttore stereo è di tipo comune.
Il suono può pure essere spostato a piacere fra qualunque coppia di altoparlanti adiacenti. Tutto il suono di centro-posteriore viene riprodotto completamente ed esattamente nel sistema 4 canali, però lo si riproduce, senza ubicazione, nella riproduzione stereo bicanale. In monofonia lo si riproduce assai attenuato. Il disco SQ, riprodotto da un sistema bicanale, suona proprio come una registrazione regolare, poiché i 4 canali sortono dai 2 altoparlanti dell'impianto stereo. Il canale di sinistra davanti si ascolta dall'altoparlante sinistro, e logicamente il canale di destra davanti si ascolta con l'altoparlante destro. I suoni centrali restano centrati con precisione e buona discriminazione, mentre i canali posteriori si distribuiscono adeguatamente fra i due altoparlanti.
Un suono che in riproduzione quadrofonica girerebbe intorno all'ascoltatore, in quella bicanale va e viene fra i due altoparlanti. Col disco SQ si ottiene una separazione completa fra destra e sinistra, sia per i canali anteriori, sia per quelli posteriori, almeno pari a quella dei migliori impianti bicanali.
Tale separazione è di 40 dB o giù di lì. E che dirò della relazione antero-posteriore? La separazione avanti/indietro nel tipo SQ è 3 dB, troppo piccola. I fabbrianti si barricano dietro il recente trovato psicoacustico del « dominio della sorgente di fronte », per cui l'udito

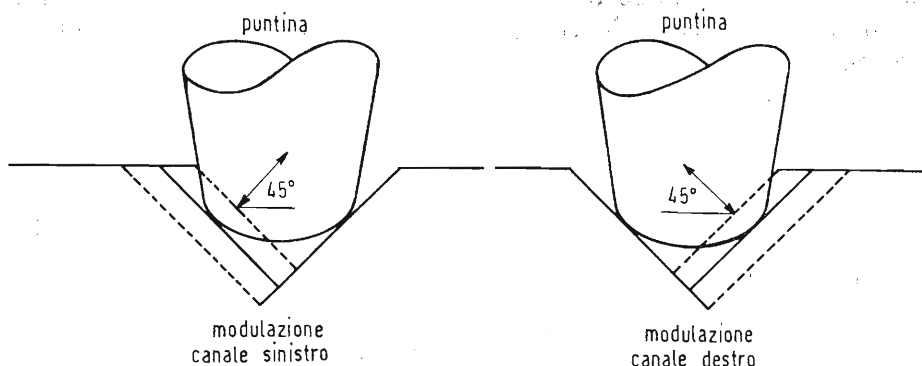


Fig. 130 - Registrazione dei canali S e D anteriori; in tutto simile alla normale registrazione stereo 45°/45°.

tende a non percepire l'informazione dei canali posteriori, che ripetono l'informazione dei canali frontali; in altri termini, quegli elementi dei canali anteriori, che si affiancano ai canali posteriori, in seguito alla minore separazione, contribuiscono solo al volume totale percepibile, e non contribuiscono alla percezione della direttività. I decodificatori SQD-1000 e SQA200, che utilizzano un circuito logico diretto, aumentano la separazione avanti/indietro fino a 6 dB.
Si possono escogitare altre combinazioni parametriche di decodifica, che portano a separazione ancora migliore; per es. si va cianciando di un decodificatore con logica di « coincidenza », col quale si otterrebbe la separazione infinita tra le coppie di canali frontale e posteriore, e fino a 20 dB fra i due canali frontali e i due posteriori. Così si mettono a tacere coloro che muovono contestazioni al sistema SQ. E' anche possibile, con un piccolo sacrificio della separazione tra le coppie di canali frontali, creare un decodificatore, che può dare la separazione di 7 dB tra i canali frontali e posteriori. La Sony va malignando che un decodificatore matriciale puro (e quindi anche la matrice, che è il cuore dell'SQ) è incapace di riprodurre un solista strumentale, senza che appaia un « a solo » fantasma di minor volume negli altri canali. L'aggiunta di un circuito logico permette di diminuire o eliminare questi segnali fantasmi, acutizzando così la percezione della posizione del solista, che si manifesta con maggior evidenza.
Altro pregio del sistema SQ è la sua totale omnidirezionalità: qualunque sia il punto in cui si sente un musicante quando si effettua la registrazione nel circolo quadrofonico di 360°, si scolterà in riproduzione col medesimo volume che si era registrato davanti al supposto ascoltatore. Ciò è valido tanto quando si riproduce un disco SQ in 4 canali, quanto quando lo si riproduce in 2 canali senza decodificatore SQ.

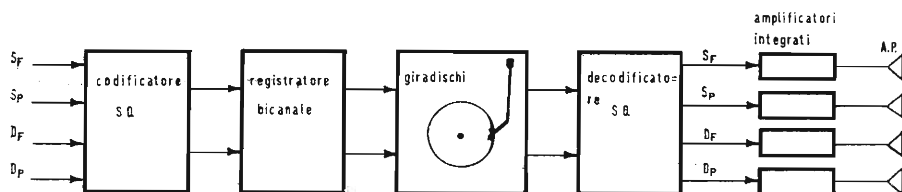


Fig. 131 - Sistema 4-2-4. Schema a blocchi del sistema SQ.

Il costo di un disco SQ è maggiore di quello di un disco stereo bicanale, ma col tempo, il costo dei bicanali sarà aumentato al livello di quello del disco quadrofonico e tutti due i costi saranno moltiplicati, secondo il detto evangelico, a motivo degli scioperi, così non ci sarà più differenza e le vendite dei due tipi di dischi intristiranno magnificamente. Per finire, un commentino alle ultime figure.
La fig. 130 anche se non ci fosse sarebbe lo stesso, perché non dice proprio niente di nuovo. Fa vedere i due lati del solco incisi con i canali anteriore sinistro e destro, come in un comune disco stereo bicanale.
La fig. 131 illustra con potenti blocchi il principio del sistema SQ; si parte con 4 canali, si riducono a 2, poi si ripristinano i 4; la furbizia

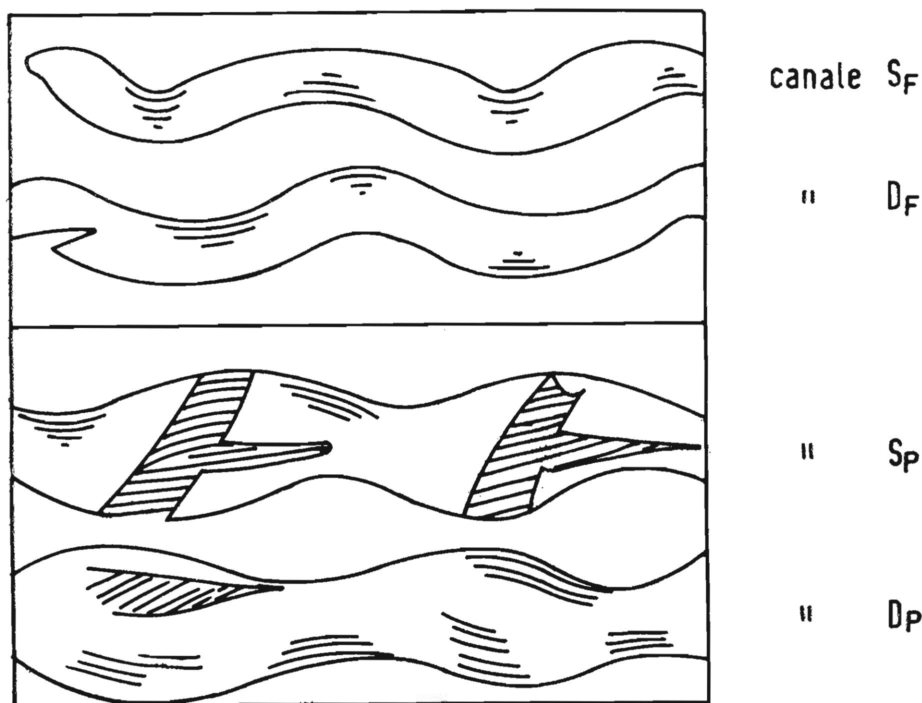


Fig. 132 - Vista al microscopio di quattro solchi di un disco quadrofonico. Ciascun solco è inciso con un solo canale.

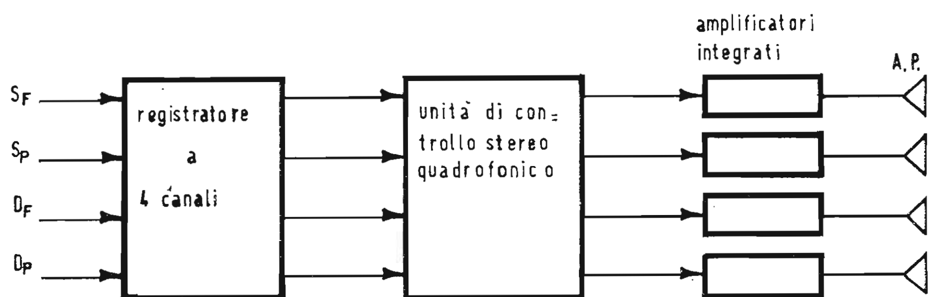


Fig. 133 - Sistema 4-4-4. I canali si conservano dal principio alla fine della catena stereo quadrofonica.

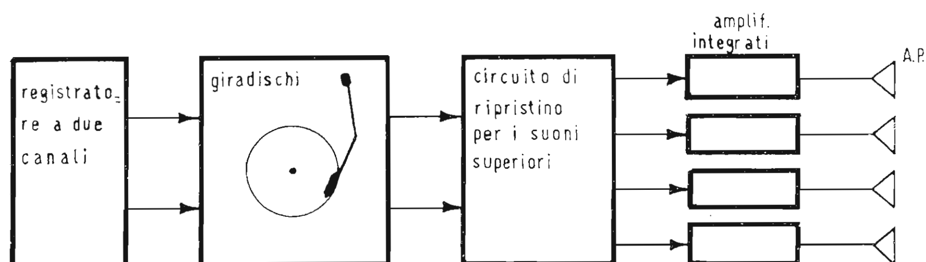


Fig. 134 - Sistema 2-2-4. Questo sistema permette di ripristinare i suoni provenienti dai lati e dalla parte posteriore della sala di audizione.

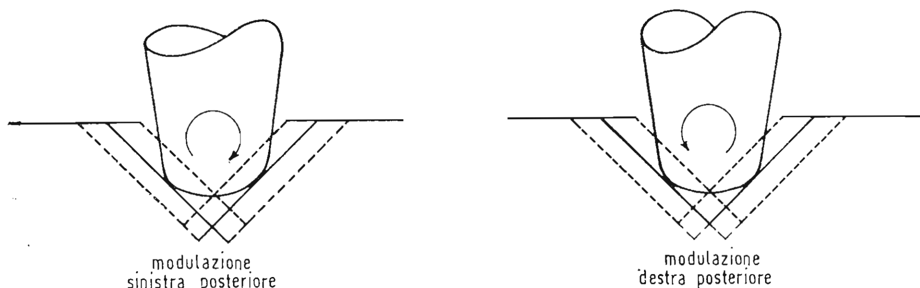


Fig. 135 - I canali posteriori appaiono nel solco sottoforma di un moto circolare della punta in senso orario per il canale sinistro-posteriore e in senso antiorario per il canale destro posteriore.

sta nel fatto che intanto si lavora con 2 canali fino quasi all'emergenza (sistema 4-2-4).
La fig. 132 è quasi preziosa. Essa mostra 4 solchi registrati SQ; il comico sta nel fatto che ciascun solco è inciso con un solo canale. Ben inteso che in un disco normale SQ, le 4 incisioni si trovano contemporaneamente in un solo solco.
Per chi fosse duro d'orecchio oltre che di comprendonio, la **fig. 133** fa intendere che in un sistema veramente quadrofonico totalmente discreto, i 4 canali separati si conservano in tutta la catena dello studio di registrazione fino ai 4 altoparlanti nell'ambiente di ascolto (sistema 4-4-4). La fig. 134 illustra il sistema 2-2-4, una delle tante scappatoie per approssimarsi ai 4 canali disponendo di solo 2; con questo trabocchetto, si utilizzano i suoni provenienti dai lati e dalla parte di fondo della sala di audizione.

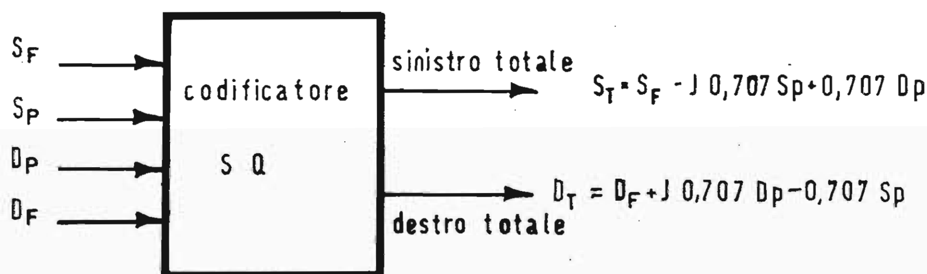


Fig. 136 - Funzionamento del codificatore SQ.

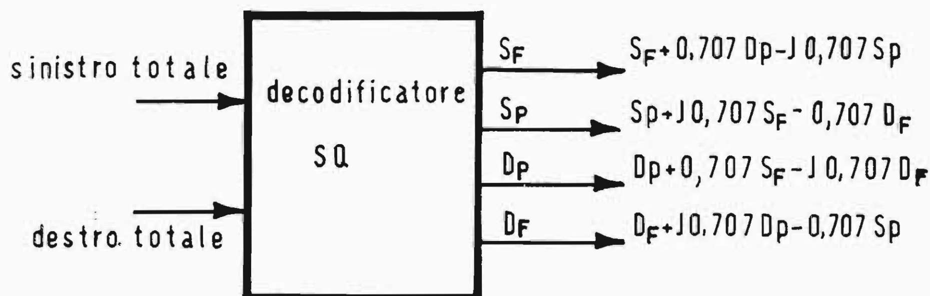


Fig. 137 - Funzionamento del decodificatore SQ.

La fig. 135 fa vedere che i canali posteriori appaiono nel solco sotto forma di un moto circolare della puntina, in senso orario per il canale posteriore-sinistro e in senso antiorario per il canale posteriore-destro. In fig. 136 è illustrato uno dei giochi di bussolotti per stipare 4 canali nel codificatore SQ. Le formule, per chi le capisce, dicono in quale modo il decodificatore interallaccia in canali per generare il segnale di due canali distinti in registrazione, in un volgare disco stereo. Ripeto che i simbolo « j » non è il ben noto operatore vettoriale di quadratura, ma indica uno sfasamento senza impegnarsi circa i gradi.
Perché qualcuno non mi accusi di incompletezza, vi faccio vedere anhe la fig. 137: il decodificatore SQ prende il segnale codificato dalla fig. 136 e lo trasforma in un suono a 4 canali. In confidenza, vi dirò che c'è una certa diafonia tra i canali, anche ricorrendo a circuiti logici, che migliorano la separazione antero/posteriore.
Signor Ulisse, può tornare a Itaca, perché qui rompiamo i ponti con la quadrofonia. Vedrà che bella sorpresa le ha preparato la sua fida Penelope! Un telone per scopi generali (come i transistori), che le servirà a letto, o per vedere il cinema, o come drappo in cui giacersi estinto.
ULISSE - Questa faccenda della tela mi preoccupa un poco. A che ora passa un Jet per Itaca?
Coro degli uditori discenti alla fine della lezione XV:

« Quadrofonico il risotto, quattro piste ha la trippa,
indigesta è assai la zuppa, bene fa chi se n'impippa! »

Grande animazione nell'aula in occasione dell'ultima lezione, di chiusura del Corso. Contando i piedi degli intervenuti e dividendo la somma per 2, il Professore rileva che tutti gli n auditori discenti sono presenti come nella 1ª lezione. I caduti lungo l'imperversare delle interminabili 15 lezioni hanno anticipato la resurrezione della carne, prevista per il giudizio universale, e intervengono all'ultimo dibattito, cioè alla

LEZIONE XVI

CHIEDETE E VI SARA' RISPOSTO

Un formidabile coro, confacente all'atmosfera apocalittica creatasi nella sala, si propaga assordante in tutte le direzioni senza bisogno di sistemi elettroacustici.
« *Di domande a una valanga, a rispondere ti appresta,*
che se manchi le risposte, ti vogliam tagliar la testa »
DOCENTE - Come annunciato, dedico quest'ultima lezione a chiarire qualche puntolino scuro, che le mie magistrali lezioni possono aver lasciato nei vostri troppo piccoli cervellini. Chiunque di voi può rivolgermi domande inerenti il « Corso », senza carta da bollo, ma con le dovute genuflessioni e lucidature dei miei mocassini. Ordine, disciplina e a voi la parola signori laureandi in Hi-Fi.

1. Il decibel

1° LAUREANDO - Che cos'è il decibel? Qui ti volevo!
DOCENTE - Il decibel, sigla dB, è un'unità logaritmica di attenuazione o di guadagno. Date due tensioni $V_1 < V_2$, o due correnti $I_1 < I_2$, l'attenuazione in dB è espressa da: $dB = 20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2}$ ovvero $dB = 20 \log_{10} \frac{I_1}{I_2}$; in questi due casi i dB indicano effettivamente un'attenuazione

perché i rapporti V_1/V_2 e I_1/I_2 sono minori di 1. Se $V_1>V_2$ e $I_1>I_2$, vale la stessa relazione per il calcolo dei dB, ma ora essi esprimono un guadagno essendo i rapporti V_1/V_2 e I_1/I_2 maggiori di 1.
Se si tratta di rapporti di potenze P_1 e P_2, il numero di dB si calcola con l'espressione:

$dB = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$, che esprime attenuazione se $P_1<P_2$, ovvero guadagno se $P_1>P_2$. Si vede dunque che per i rapporti di potenze il numero di dB è la metà di quello relativo ai rapporti di tensione o di corrente. Avverto che per poter confrontare tensioni, correnti e potenze è necessario che le impedenze relative alle grandezze confrontate siano uguali, se non lo sono, le formule dei dB si complicano un poco.
Il decibel è 1/10 dell'unità Bell (simbolo B).

Per l'uso pratico, si usa la seguente tabella.

Rapporti di tensioni o correnti	dB di attenuazione	Rapporti di potenze
0,3162	10	10
0,1	20	100
0,03162	30	1.000
0,01	40	10.000
$3{,}162.10^{-2}$	50	100.000
10^{-3}	60	1.000.000
$3{,}162.10^{-4}$	70	10^7
10^{-4}	80	10^8
$3{,}162.10^{-5}$	90	10^9
10^{-6}	100	10^{10}
Rapporti di tensioni o correnti	**dB di guadagno**	**Rapporti di potenze**
3,162	10	$0{,}1(=10^{-1})$
10	20	$0{,}01(=10^{-2})$
31,62	30	$0{,}001(=10^{-3})$
100	40	$0{,}0001(=10^{-4})$
316,2	50	10^{-5}
1.000	60	10^{-6}
3.162	70	10^{-7}
10.000	80	10^{-8}
31.620	90	10^{-9}
100.000	100	10^{-10}

Ricordate inoltre: 3 dB = 0,707; l'attenuazione o il guadagno di 6 dB corrispondono rispettivamente ai valori metà è doppio del valore considerato. Stop.

2. I motorini elettrici per giradischi e giranastri

2° LAUREANDO - Parlo a nome della collettività dei laureandi in Hi-Fi, Quali tipi di motorini grammofonici o per registratori a nastro, si usano correntemente?
Qui casca l'asino!

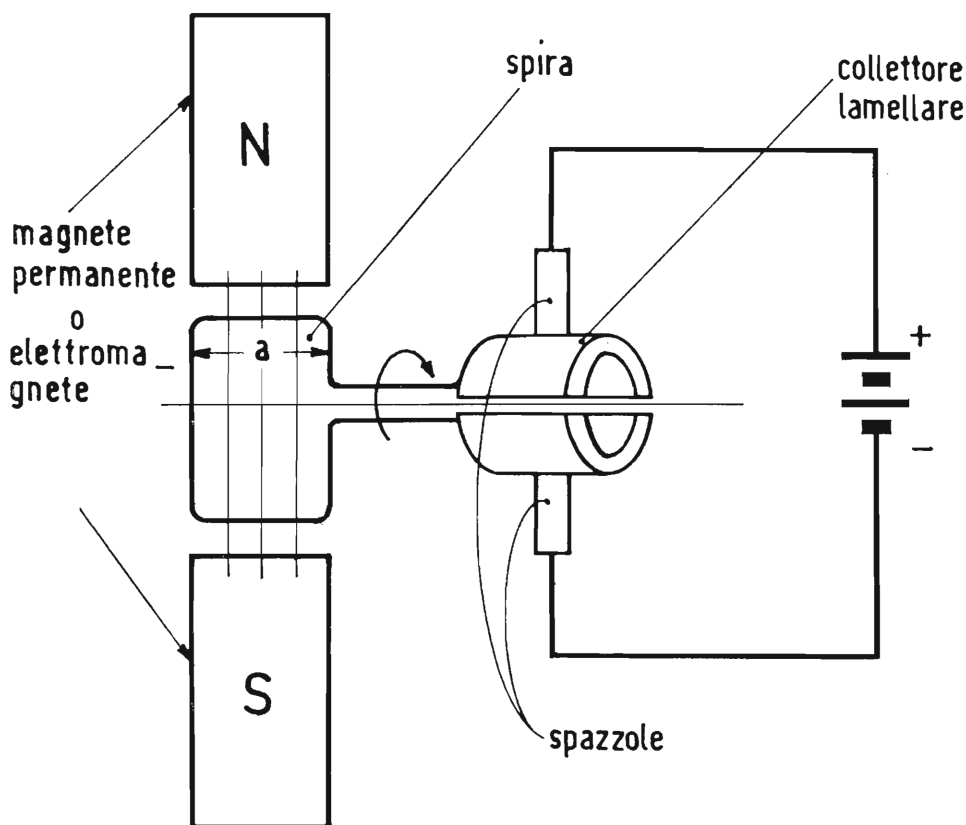


Fig. 138 - Schema del principio del motore c.c.

DOCENTE - Distinguiamo anzitutto fra motorini per corrente continua e motorini per corrente alternata, poi tra quelli in alternata distinguiamo tra motorini sincroni e motorini asincroni. La fig. 138 è lo schema schelettrificato di un *motore c.c.* Un conduttore percorso da corrente, immerso in un campo magnetico è sollecitato a spostarsi da una forza F=B1I dove F è la forza in Newton, B l'induzione in Weber m^2 ed I la corrente in Ampere; *1* è la lunghezza del conduttore in metri = 2 a (a= lato attivo della spira). Compiuto mezzo giro, il collettore d'accordo con le spazzole funge da commutatore e inverte la corrente, la spira è sollecitata da una forza contraria, che le fa compiere l'altro mezzo giro, quindi ruota intorno al suo asse con continuità. Se togliessimo le pile e facessimo girare a mano la spira nel campo magnetico creato dai poli N-S, sulle spazzole comparirebbe una tensione, si dimostra così la reversibilità delle macchine elettriche, potendo funzionare da motore o da generatore. Nella fig. 138 il campo magnetico è creato da un magnete permanente; basta quindi alimentare in c.c. mediante le pile il rotore, per vedere girare il motore. Invertendo le polarità dell'alimentazione, si cambia il senso di rotazione.

Spesso il campo magnetico è prodotto da un elettromagnete fisso, il cui avvolgimento può essere disposto in serie o in derivazione a quello di rotore. Nel 1° caso, l'avvolgimento statorico è fatto di poche spire di filo grosso percorso dalla stessa corrente di rotore, nel 2° caso, l'avvolgimento statorico è fatto di molte spire di filo sottile e ai suoi capi è applicata la stessa tensione continua di alimentazione del rotore. Con lo statore alimentato con le stesse pile del rotore se si inverte la tensione di alimentazione, il senso di rotazione non cambia, perché la corrente s'inverte tanto nel rotore, quanto nello statore e la forza elettrodinamica non varia. Questo motore può, alla peggio, funzionare anche in alternata. Per invertire la marcia, bisogna invertire le connessioni all'alimentazione di uno solo dei due avvolgimenti, il che un qualsiasi commutatore non completamente deficiente è in grado di fare. L'eccitazione può dunque essere in serie, o in parallelo, o indipendente, o composta (mista serie-parallelo). Penso che, per quanto tonti, non siate al punto di non intendere che nei motori veri, il rotore è fatto di molte spire, il collettore ha molti segmenti e il campo di statore ha un numero di poli multiplo di 2. I motorini c.c. per giradischi sono muniti di riduttore di velocità per riportare il numero di giri a 33,3; 45 e 78 al minuto. Per regolare la velocità si usa un reostato in serie all'alimentazione. La loro potenza è di 4 o 5 W e la tensione di alimentazione è variabile, secondo i tipi da 6 V a 150 V c.c.

I motorini per corrente alternata, con collettore e spazzole sono costruiti analogamente a quelli a cc., con la differenza che rotore e statore non sono massicci, ma fatti di pacchi lamellati per combattere le correnti parassite di Foncault.

Motore c.a. sincrono. La sua velocità di rotazione è fissata dalla frequenza della corrente alternata di alimentazione. La fig. 139 ne mostra la costituzione fondamentale, è analogo al motore c.c., ma invece di un collettore a lamelle (suddivisione radiale), possiede un collettore ad anelli (suddivisione assiale). Qui non c'è inversione meccanica, l'inversione è ora compiuta dalla alternanza di senso opposto della cor-

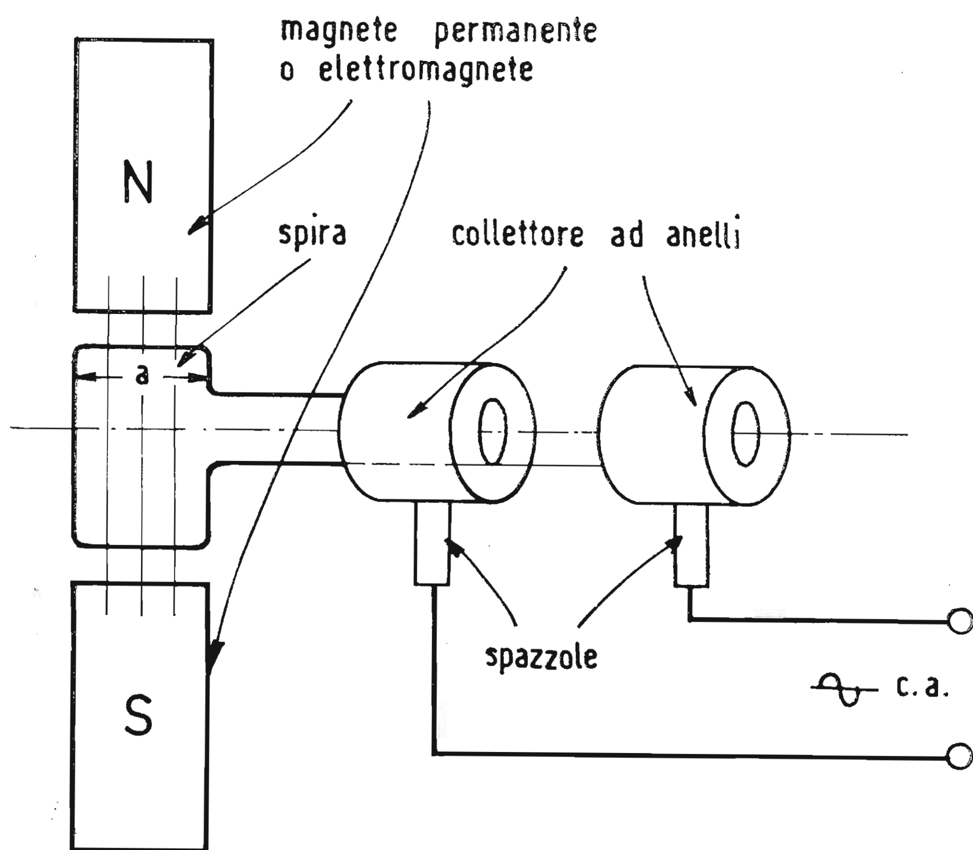


Fig. 139 - Schema di principio del motore c.a. sincrono.

rente di alimentazione. Detti N = numero di giri al minuto primo, f = frequenza dela corrente in Hz, P = numero di poli (in fig. 139 è p = 2), si calcola N, con la formula: N = 120 f/p. Non è da escludere che qualche motorino pazzo si metta a girare con velocità multipla pari di quella data dalla formula. I motori sincroni monofasi presentano difficoltà di avviamento, perciò si ricorre ad avviatori con condensatore per creare una componente in quadratura, che facilita la partenza; una volta raggiunta la velocità di sincronismo, l'avviatore viene escluso da un interruttore centrifugo molto furbo. I motori sincroni possono essere monofasi o polifasi, ma di questi ultimi non ci preoccupiamo affatto.

Motore c.a. asincrono. Si fregia dell'affascinante appellativo di *motore a campo magnetico rotante* (v. Galileo Ferraris) o di *motore* a induzione (nome un po' meno altisonante, ma pur sempre impressionante). La velocità di rotazione del campo è ancora fornita dalla formula data sopra per i motori sincroni; con essa non si deve confondere la velocità del motore, la quale è inferiore di 1 ÷ 6% rispetto a quella del campo rotante. L'alimentazione si fa applicando la tensione di rete c.a. all'avvolgimento di statore, le cui matasse creano il campo magnetico rotante; lo statore presenta un numero di poli dipendentemente dal tipo dei suoi avvolgimenti.

Il rotore ha esso pure un avvolgimento contenuto nelle scanalature assiali del nucleo laminato cilindrico, avente un numero di poli uguale a quello di statore e mantenuto in corto circuito almeno durante il funzionamento. La struttura del motore somiglia a un trasformatore, il cui primario è lo statore e il cui secondario è il rotore. Facendo passare la corrente di rete nello statore, s'induce nel rotore una corrente intensissima, data la sua piccolissima resistenza. Questa corrente crea un campo magnetico contrario a quello inducente (l'ha detto il Lenz, mica io), quindi il rotore si mette a ruotare trascinato dal campo magnetico rotante nel suo moto alienato. L'asincronismo scappa fuori adesso: se il rotore raggiungesse esattamente la velocità del campo rotante, gli avvolgimenti di statore e rotore si troverebbero immersi in un campo fisso, non si verificherebbe alcuna variazione di flusso, ciò renderebbe impossibile l'effetto induttivo e il rotore si fermerebbe. Laonde, per quanto il rotore indotto si metta a correre con fuori la lingua, sudi sbuffi, non potrà mai raggiungere la velocità del campo, che lo batte inesorabilmente su tutti i traguardi. La velocità dell'indotto si autoregola a un valore di giusto equilibrio fra le coppie motrice e resistente dovuta al carico. Se v_r è la velocità de rotore e v_c è quella del campo, il ritardo del rotore sul campo si valuta con l'espres-

sione $\frac{v_c - v_r}{v_c}$ alla quale è stato affibiato il nome di scorrimento, o slittamento o slip.

Lo scorrimento rappresenta anche il valore percentuale della frequenza della corrente d'indotto riferita alla corrente di statore.
Per l'applicazione in elettroacustica, si usano motorini asincroni monofasi facilitandone l'avviamento mediante un avvolgimento sussidiario, o fase ausiliaria, in cui la corrente sia sfasata con una cura di R.C.L. a digiuno. Si possono anche fare incestuosi trapianti, ottenendo dei meticci chiamati motorini asincroni sincronizzati, iniettando una c.c. nel rotore quando è prossimo alla velocità di sincronismo, creando così alcuni poli permanenti.
Giacché siamo sulla china degli innesti d'incrocio, dirò che si possono sincronizzare motorini asincroni mediante magneti permanenti buttati là come in certi contatori di ore (no, non sono orologi). Il pregio del motorino asincrono è di non presentare né collettore, né spazzole o altri contatti striscianti, per cui non provoca scintille, che tanto disturberebbero la riproduzione musicale. Accenno appena ai motorini di lusso sincroni a isteresi, che garantiscono una costanza di velocità non raggiungibile con altri tipi.
I motorini grammofonici più comuni sono a 2 o 4 poli (meglio i 4 poli), ma si arriva anche a 16 poli (nei tipi a isteresi).
Poiché la costanza della velocità è fondamentale per un giradischi, si provvedono piatti portadischi pesanti fino a 3,5 ÷ 4 kg, allo scopo di costituire un volano che compensi le istantanee variazioni della coppia motrice. I motorini devono essere provvisti di arresto automatico a fine corsa. Il numero di giri dell'albero dei motorini è superiore alle velocità di riproduzione dei dischi, per cui accorrono riduttori a ingranaggi, o a cinghiette con rapporti adatti a ottenere i 16; 33,3, 45 e 78 giri/min.
I tipi « rim drive » cioè a comando sul bordo, presentano un rullino motore accoppiato per frizionare al bordo del piatto giradischi rivestito di un anello di gomma, che però non essendo omogeneo ha presto decretato la fine del rim drive. Un motorino fonografico o di registratore a nastro deve, oltre a possedere la costanza del numero di giri al variare del carico, essere silenzioso, non irradiare campi dispersi, non presentare scintille, né sibilare. La rumorosità e le vibrazioni del motore è causa di quel grave disturbo, che abbiamo chiamato « rombo », e dell'effetto Larsen; l'induzione alla frequenza di rete emanante dal motore provoca un'esaltazione dannosa delle basse

frequenze con effetto simili a quello dovuto a cattivo filtraggio della tensione di alimentazione e noto come ronzio, quelli che fanno i saputi lo chiamano « hum » per far vedere che sanno l'inglese (ricordate che si pronuncia « am », se volete fare un figurone in società). La questione più grave resta sempre il fatto che quando il disco presenta un'incisione profonda, il carico aumenta e il motorino perde i giri con disastrose conseguenze sull'ululazione delle note tenute. Il fenomeno è noto come « WOW e FLUTTER ». Precisamente per « flutter » s'intende un'ondulazione nella riproduzione sonora provocata da variazioni spurie di velocità verificantesi con una frequenza intorno ai 10 Hz. Le variazioni più lente di velocità sono note come « WOW ». A 33,3 giri/minuto la variazione influenza il passo della rotazione ogni 1,8 secondi, con la frequenza di 0,55 Hz; analogamente, a 78 giri/min l'ondulazione si verifica ogni 0,77 secondi, cioè con la frequenza di 1,3 Hz. Wow e flutter sono una sorta di modulazioni di frequenza. Nei complessi di alta classe, queste ondulazioni devono avere un massimo dello 0,4% nella variazione $\triangle$fmax di frequenza provocata. La causa della riproduzione ululata (« pianto » dei magnetofoni e dei giradischi) può risiedere oltre che nell'imprecisione della costanza dei giri, anche nella cattiva fabbricazione dei dischi, infatti un disco non ben piano (ondulato) o con il foro eccentrico causa infallibilmente il deprecato fenomeno. A tutto c'è rimedio (quando questo non è peggiore del male); per tenere costante il numero di giri dei motorini si sono mobilitati mezzi spaventosi, estremamente complicati, della classe dei sistemi di asservimento elettronico, dove lo stesso scarto di giri serve per correggere se stesso attraverso un'ira d'Iddio di circuiti integrati, discriminatori, amplificatori differenziali e operazionali. Insomma, si è mobilitato l'intero bazar dei sistemi elettronici più avanzati (non perché non li abbia voluti nessuno, quindi siano rimasti lì come avanzi), tanto che mentre fino a qualche anno fa, un magnetofono era considerato un sistema registratore con amplificatore provvisto di uno o più motorini, oggi lo si considera un rotatore elettronicamente stabilizzato con in più qualche accessorio per registrare, amplificare e riprodurre i suoni. La sezione elettronica di regolazione della velocità ha preso il sopravvento ed ha umiliato la sezione sonora, che piange lagrime amare almeno quanto quelle che Lucia di Lamermoor versa sul pegno di Edgardo. Stop.

3. Vari tipi di fonorivelatori (pick-up)

3° LAUREANDO - Fin qui se l'è cavata discretamente, ma cosa direbbe

se le chiedessi di parlarci dei vari tipi Pick-up? Compagni, avete davanti un esempio classico di professore nell'imbarazzo.

DOCENTE - Mi sa che tu la laurea non la pigli. Sta a sentire o misero trimetamero. Cominciamo a parlare italiano; il pick-up (= prendere su, cioè prelevare il suono) non è altro che il fonorivelatore e così lo chiamerò anche dopo morto. Con l'avvento dello stereo 45°/45°, l'argomento fonorivelatori è divenuto così vasto che è impossibile trattarlo completamente in sede di una risposta fra le mille. Così dovete accontentarvi di alcune generalità, che possono essere come faretti nelle ottenebrate vostre menti.

Ci sono 4 classi principali di fonorivelatori:

1ª classe - rivelatori piezoelettrici, o a cristallo, o ceramici

2ª classe - rivelatori magnetici

3ª classe - rivelatori dinamici o a bobina mobile, anche essi di tipo magnetico

4ª classe - rivelatori elettrostatici o a capacità variabile.

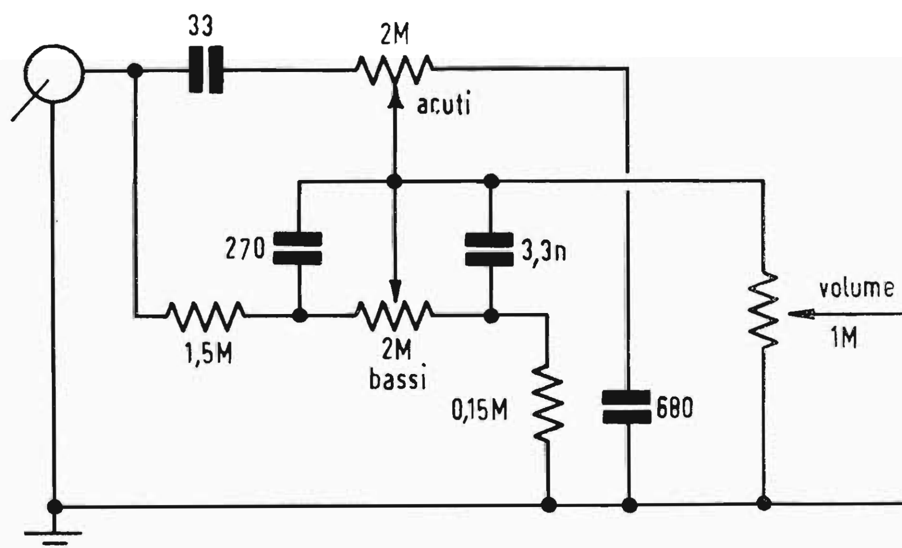


Fig. 140 - Circuito di ingresso del fonorivelatore piezoelettrico o ceramico con regolazione degli acuti dei bassi e del volume.

Le caratteristiche dei fonorivelatori di alta qualità devono essere:

— risposta in una larga banda di frequenze
— assenza di risonanze non smorzate
— bassa distorsione armonica

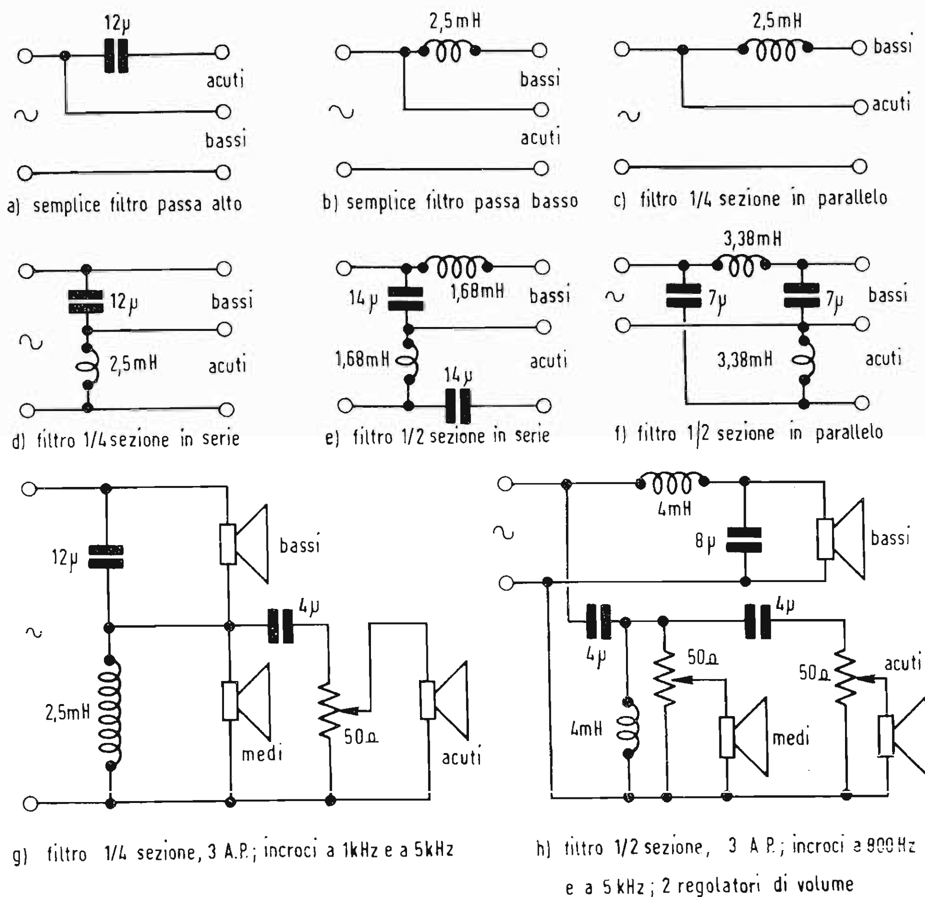


Fig. 141 - Tipi fondamentali di circuiti filtri di incrocio a resistenza costante per altoparlanti di impedenza 15 Ω e frequenza di incrocio 1 kHz; salvo il circuito h) per due incroci a 800 Hz e a 5 kHz.

— piccolo peso gravante sul disco
— tensione di uscita abbastanza alta
— buon rapporto segnale/ronzio
— buona robustezza meccanica
— stabilità di prestazione a lunga scadenza
— insensibilità alle condizioni climatiche (però con temperature ambiente maggiori di + 55°C, il potere piezoelettrico me lo salutate),

per i fonorivelatori stereo bisogna aggiungere:
— buona separazione fra i canali
— uscite ben bilanciate delle due sezioni sinistra e destra.

Poiché ormai tutti i fonorivelatori sono stereo, gli ultimi due requisiti rendono difficile una graduatoria secondo i meriti, perché i collaudatori non sono d'accordo sul modo di giudicare; c'è chi preferisce chiudere un occhio e mezzo su tante cosette pur di avere una separazione spettacolosa; ma c'è anche chi afferma che il bilanciamento delle uscite è fondamentale e che la separazione ha perso ogni importanza da quando c'è il divorzio.
Una caratteristica fondamentale presiedente al progetto di un buon fonorivelatore è che esso abbia una piccola massa mobile, che produce un'impedenza meccanica trascurabile all'estremità della puntina. La massa piccola assicura un preciso percorso nel solco, con minimo peso gravante sul disco e minimo logorio della puntina e del disco. Altri punti fondamentali sono: lo smorzamento sicuro delle parti mobili (non di quelle nobili) per evitare risonanze, e l'esenzione da distorsione in qualsiasi condizione di riproduzione. A complicare le cose interviene il braccio del fonorivelatore. Senza sopravalutare l'importanza (se no monta ancora più in superbia), è un fatto che affinché la puntina segua scrupolosamente il solco nei passaggi « fortissimi » stereo, occorre una combinazione capsula-braccio di 1° ordine. Ed ora diamo un brevissimo sguardo alle 4 classi di fonorivelatori, senza pignolare troppo su di ognuna, a motivo dell'agghiacciante progresso fatto nel progetto e nella costruzione dei fonorivelatori in questi ultimi tempacci.
1ª classe - *Fonorivelatori piezoelettrici* (a cristallo o ceramici). Dal punto di vista commerciale, sono i più importanti a motivo del loro basso costo e della loro buona uscita in ampiezza, e della loro qualità. Si possono usare unitamente a pochi elementi correttivi e con una resistenza di carico non minore di 1 MΩ, se no i bassi vanno a pallino. Chi vuol fare le cose superbiosamente si attenga al circuito di fig. 140, che contiene la regolazione degli acuti e dei bassi e il regolatore di volume del preamplificatore. Il controllo delle alte frequenze

può divenire insospettatamente utile nel decapitare eventuali risonanze di alta frequenza del fonorivelatore. Il peso di un rivelatore stereo piezoelettrico è di circa 5 g per garantire l'aderenza al disco in tutte le condizioni di lavoro. Dato che questi rivelatori non costano quasi niente, l'uditore esigente, ma scozzese israelita, ha tutta la convenienza ad apportare qualche modifica circuitale, piuttosto che sostenere la spesa per un rivelatore coi baffoni. Con un peso di 5 o 6 g, l'uso di una puntina di diametro 0,1778 mm (= 0,7 millesimi di pollice) ridurrebbe il logorio, ma la risposta agli acuti e l'adattamento nei solchi interni non sarebbero buoni come con una puntina di 0,127 mm (= 0,5 millesimi di pollice). La tensione di uscita può essere addirittura di qualche volt nei tipi monofonici, mentre si aggira intorno a 150 mV per canale nei modelli stereo più pregiati.

2ª classe - *Fonorivelatori magnetici.* Questa classe comprende i tipi ad armatura bilanciata, a riluttanza variabile, a magnete mobile e i tipi somma e differenza. L'impedenza interna è generalmente minore di 5 kΩ, il carico esterno raccomandato varia da 47 kΩ a 100 kΩ, comunque è bene seguire le istruzioni dei fabbricanti. Certi tipacci di fonorivelatori stereo magnetici non si peritano di esibire pubblicamente scandalose risonanze intorno a 12 kHz; per frenare tale malcostume, una squadra di giovani cattolici ha avuto l'ardire di dimi-

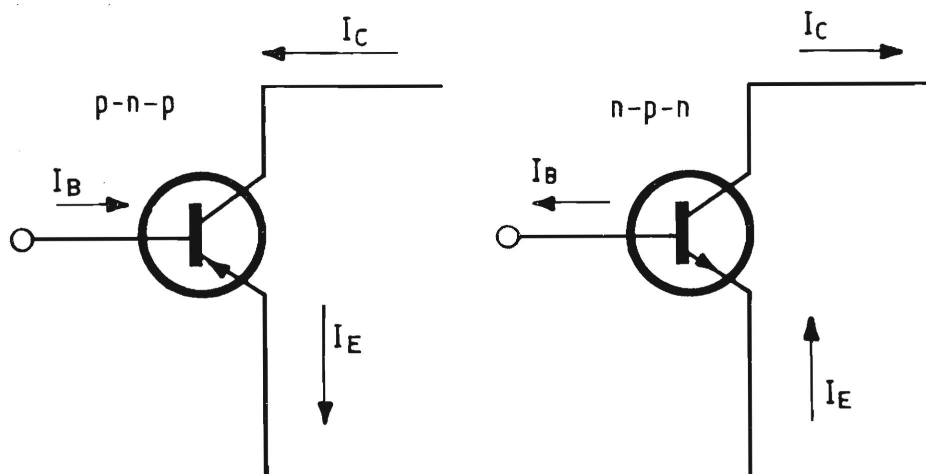


Fig. 142 - Flusso delle correnti elettroniche nei transistori p-n-p e n-p-n.

nuire il valore della resistenza di carico, con risultati sorprendenti. Il valore della tensione di uscita non si può dire essere uguale per tutti come la giustizia (ehm!...), potendo spaziare nella gamma da 10 a 120 mV nei pieni d'orchestra.
3ª classe - *Fonorivelatori a bobina mobile.* Il funzionamento di questi bei tipi è essenzialmente lineare, ciò può significare che hanno una risposta lineare in frequenza, o che danno un'uscita proporzionale allo spostamento della puntina in funzione della profondità del solco, scegliete voi. Come per altri tipi di fonorivelatori magnetici, il progetto e la costruzione dei modelli stereo a bobina mobile di alta qualità richiede tolleranze iugulanti ed una mano d'opera delicatissima. Le bobine mobili sono dispositivi a bassa impedenza, che forniscono una tensione così piccola che non si riesce a vederla, allora è necessario l'uso di un trasformatore con rapporto 200 : 1 in salita, per portare la tensione di uscita al livello degli altri tipi magnetici più scaltriti. Si devono usare solo trasformatori di alta classe, contenuti in poderosi schermi spessi da far paura per mettere in fuga induzioni battone, ronzii della mala vita e altre rumorosità inverecónde. Talvolta la bobina mobile è ridotta a un nastro facente una sola spira; i rivelatori a nastro sebbene capaci di dare risultati sorprendenti sono stati dichiarati fuori classe.

4ª classe - *fonorivelatori elettrostatici.* Teoricamente dovrebbero dare risultati da far restare a bocca aperta e con tanto di nasone, in seguito al fatto che le parti meccaniche in movimento sono in gran parte sostituite da componenti elettrici, (condensatori variabili), il guaio è che non vi sono versioni stereo per difficoltà costruttive. Se non ci credete, provate voi a stipare in una capsulina di fonorivelatore due sistemi a capacità variabile, con le rispettive alimentazioni e tutto il rimanente, ve ne accorgerete! D'altra parte, l'idea di ritornare al rivelatore con 2 puntine è semplicemente ripugnante, perciò è meglio sotterrare i tipi elettrostatici e quelli modulati in frequenza, metterci sopra una pietra ed una croce con la scritta « hic jacet ».

I fonorivelatori stereo di qualsiasi tipo sono più complessi e delicati dei corrispondenti fratellini monofonici. Essendo la tensione di uscita dei rivelatori stereo più bassa di quella dei corrispondenti tipi monofonici, il rapporto segnale/rumore è peggiore per i primi, specialmente riguardo al rombo (rumble), alle induzioni nei fili del rivelatore e del preamplificatore, perciò richiedono maggior cura nelle schermature, e non vi salti mai in mente di alzare il volume, sollevereste un vespaio con l'aumento di tutti questi disturbi.
3° LAUREANDO - Avevo scommesso con gli amici che la sua ignoranza

lo avrebbe indotto a tacere sul significato della parola « piezoelettrico ». Ora ho vinto la scommessa.

DOCENTE - Una leggera decapitazione le starebbe molto bene! Certe sostanze possiedono la proprietà di generare tensioni elettriche fra le facce opposte di lastrine tagliate in modi particolari, quando siano assoggettate a deformazioni meccaniche, ovvero di subire deformazioni se assoggettate a tensioni elettriche. Queste caratteristiche sono state sfruttate nella realizzazione di fonorivelatori, testine di registrazione, microfoni e altoparlanti. Il fenomeno è detto piezoelettricità. Le principali sostanze che lo presentano sono il sale di Rochelle (tartarato doppio di sodio e potassio), il fosfato di biidrogeno ammonio, il solfato di litio, il quarzo e il titanio di bario. Quest'ulimo è il capostupido, pardon capostipite di una classe di sostanze piezoelettriche note con l'appellativo generico di « ceramiche ». In un fonorivelatore, la puntina nel suo moto nel solco trasmette le vibrazioni meccaniche al quarzo, che essendo un tipo ridanciano, sotto l'azione del solletico, fa scintille, cioè genera cariche elettriche costituenti il segnale di uscita. Il quarzo, o chi per esso, compie così, senza rendersene conto, niente pò pò di meno che la trasduzione di sollecitazioni meccaniche

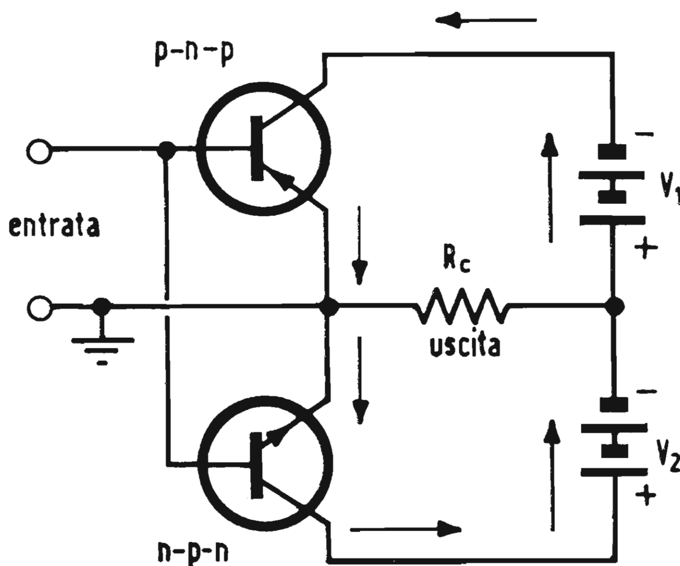


Fig. 143 - Circuito fondamentale a simmetria complementare.

in segnali elettrici. Per evitare al mio interlocutore di dire altre corbellerie, informo che i fonorivelatori magnetici contengono un magnete che crea un campo entro il quale un elemento mobile (ancoretta, nastro o peggio) si sposta generando variazioni di flusso, che inducono in un avvolgimento una tensione rappresentante il segnale di uscita. Quest'ultimo è dell'ordine dei millivolt, quindi il rivelatore magnetico richiede uno studio supplementare di preamplificazione rispetto al fonorivelatore piezoelettrico. Stop.

4. L'installazione di un impianto di alta fedeltà

4° LAUREANDO - Io desidero che ci parli un poco dell'installazione in casa di un impianto di alta fedeltà, ma in un modo meno scemo di come ha fatto durante le lezioni passate.

DOCENTE - Se un impianto stereo deve funzionare correttamente in senso elettrico, deve essere installato adeguatamente in senso fisico, con la dovuta attenzione alla ventilazione, all'accurata stesura dei cavi e all'accessibilità degli strumenti, dei controlli e della manutenzione. In seguito alla complessità e al numero dei componenti di un apparato

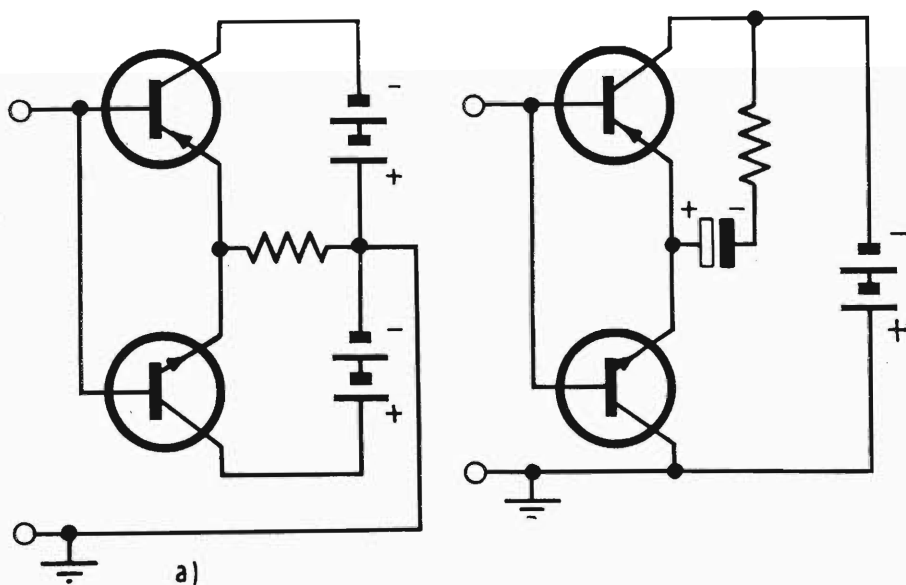


Fig. 144 Amplificatore controfase a simmetria complementare in configurazione a collettore in comune.

stereo, la sua installazione fisica è più impegnativa di quella di un impianto monofonico. Naturalmente bisogna tener presente anche il fattore estetico.

Negli amplificatori di grande potenza, oltre i 100 W, si genera, anche con i transistori, una notevole quantità di calore, alla quale va aggiunto il calore generato dai trasformatori, dai raddrizzatori, dai preamplificatori, dai sintonizzatori.

Perciò l'impianto deve prevedere un'efficiente ventilazione, almeno sopra e dietro i componenti, per consentire la dissipazione del calore. E' sempre desiderabile una buona aereazione ai lati, sotto e davanti.

La superficie del mobile più vicina al disopra dei componenti elettronici deve essere almeno a 15 cm di ditanza. Se proprio non c'è disponibilità di spazio, bisogna ricoprire con uno schermo termico in asbesto tale superficie. Quando si installano le varie unità e si fanno funzionare per la prima volta, bisogna tenerle d'occhio durante la prima ora di funzionamento e osservare se il loro riscaldamento sia accettabile. Non è che si debba chiamare subito i pompieri e accorrere con gli estintori, ciò che si teme non è l'incendio, ma il danneggiamento, per surriscaldamento, dei componenti, ai quali bisogna offrire gelati e tè freddo. Il surriscaldamento abbrevia la vita degli elementi attivi, transistori e tubi elettronici e di altre parti (resistori, condensatori) con il risultato di ottenere distorsioni, disturbi, rumorosità, cattiva risposta in frequenza.

Considerando che in stereofonia, ogni componente c'è due volte e mettendo in conto il numero dei componenti, che rimpinzano un impianto audio, c'è buona probabilità che i topi nidifichino nel groviglio dei cavi irrazionalmente stesi dall'amatore, che è un Padre eterno in materia di enologia. La nitidezza della stesura dei cavi è desiderabile non solo perché è bella in sé e per sé, ma perché evita disfunzioni e facilita i controlli e la manutenzione.

I cavi che portano segnali di basso livello (come quelli forniti da un fonorivelatore e da una testina di registratore magnetico) devono essere tenuti lontano dai cavi portanti segnali di alto livello, come quelli di collegamento fra i preamplificatori e gli amplificatori di potenza. Se un cavo a basso livello ed uno ad alto livello di canali differenti si accostano troppo, c'è la possibilità di diafonia (cross-talk, che significa discorso incrociato), nel senso che il segnale nel cavo ad alto livello può venire captato dall'invidioso cavo a corto di segnale. Se i canali troppo vicini, uno ad alto livello e l'altro a basso livello, appartengono allo stesso canale (per es. il Villoresi), c'è la possibilità

di reazione con conseguenze tragiche tipo innesco di oscillazioni, fischi, sibili e stridori apocalittici.

Pe evitare induzioni di ronzii, i cavi devono essere tenuti lontani il più possibile dai cattivi compagni come i trasformatori e i motori (s'intende, quelli dei giradischi e dei registratori a nastro, quelli delle centrali idroelettriche alpine sono di solito abbastanza lontani). E badate che ciò è valido non solo per i cavi a basso livello, ma anche per quelli ad alto livello (indipendentemente dall'altitudine sul livello del mare). Più di una volta, si è risolto un noioso problema di ronzio, semplicemente spostando i cavi con segnali forti. Per facilitare la corretta stesura dei cavi, ci si può aiutare con sospensioni, morsetti, gancini o simili nefandezze attaccate ai mobili, ai ripiani degli scaffali, alle pareti. Se si usano chiodi, assicurarsi che non vadano a tagliare i cavi. E' utile identificare ciascun cavo con un marchio d'infamia appiccicato mediante nastro adesivo o analoghe sozzure.

L'installatore non del tutto micco quando progetta un impianto deve preoccuparsi dell'accessibilità e della facilità di staccare ogni componente. Il ficcare un amplificatore di potenza in un punto difficile da raggiungere non è un'idea tra le più brillanti. Se è per metterlo al sicuro dai bambini, sappiate che il nascondiglio è per essi un'irresistibile istigazione al ritrovamento, perciò lo raggiungono in ogni caso. Il facile accesso è desiderabile per la regolazione di comando posti su pannelli posteriori, per la manutenzione e per la periodica revisione, che un impianto di alta fedeltà deve subire a prevenzione di guasti o di cattivo funzionamento. Un mezzo per risolvere in massa i problemi del calore, dell'accessibilità e della lunghezza dei cavi è quello di realizzare un'installazione aperta mediante scaffali a ripiani cervelloticamente disposti, oppure prendendo un grosso armadio e mutilandolo da una metà della parete di fondo, di una o due fiancate, delle ante, buttando via 3 o 4 cassetti e tutte le serrature. Oggi gli apparecchi di alta fedeltà hanno un aspetto non del tutto indecente, per cui se anche si vedono non muore nessuno, anzi riescono spesso a dar lustro alla casa come un moderno detersivo tutto fare.

Ancora un'idea: i cavi schermati vanno bene per collegare componenti di bassa impedenza come l'uscita degli amplificatori agli altoparlanti, o l'uscita dei trasferitori catodici o d'emettitore all'ingresso degli amplificatori di potenza. Non sono invece adatti a trasferire segnali da una sorgente ad alta impedenza, perché la loro capacità si mangerebbe le alte frequenze. D'altra parte, per evitare diafonie e inneschi e ronzii si è talvolta costretti a usare cavetti schermati sotto alte impedenze (per es. dal microfono o dal fonorivelatore al preamplificatore), biso-

gna in tali casi fare uso di cavetti a bassissima capacità e di lunghezza modestissima. Non è possibile portarsi a spasso per decine di metri in cavo schermato i segnali prelevati da un circuito anodico di un tubo amplificatore o da un collettore di transistore in configurazione con emettitore a massa. Dunque i cavi schermati devono essere grossi e corti il più possibile. I fabbricanti di cavi sono tenuti a dichiarare la capacità per metro, l'attenuazione in dB per 100 metri e per le frequenze d'impiego previste, e l'I.V.A. Stop.

5. I filtri d'incrocio (crossover)

5° LAUREANDO - Che cos'è un « crossover network »? Assistete tutti al K.O. del professore!

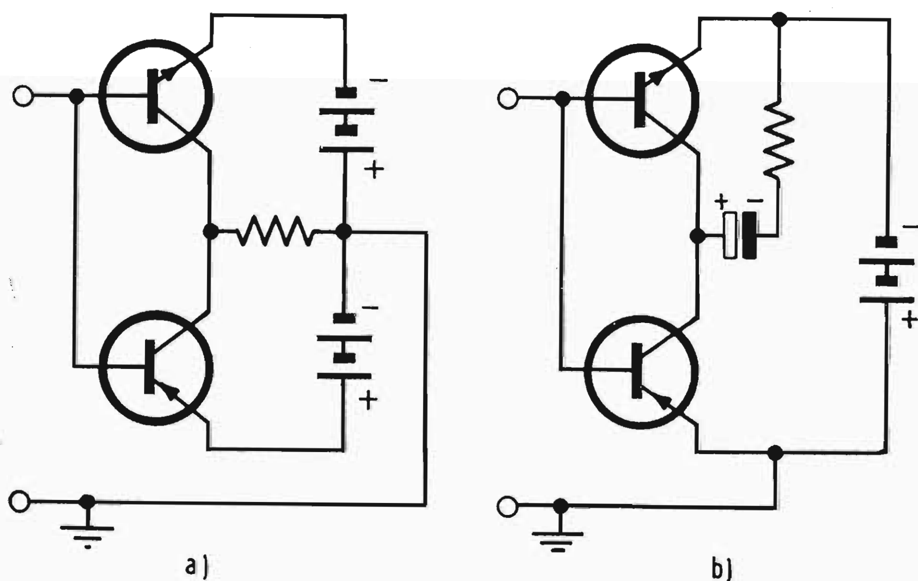


Fig. 145 - Amplificatore controfase a simmetria complementare in configurazione con emettitore in comune.

DOCENTE - Dimostrerò a questo bruttimbusto la possanza dei miei bicipiti. Preparatevi a gettargli la spugna.

Crossover network significa letteralmente « rete d'incrocio ». Simili circuiti sono dispositivi divisori o separatori fatti di induttanze capacità e resistori, per frazionare il segnale di uscita d'un amplificatore audio in diverse gamme di frequenze per alimentare due o più altoparlanti separati.

Il principio su cui si basano questi filtri è molto semplice; le alte frequenze vengono attenuate da condensatori in parallelo e da induttanze in serie alla bobina mobile dell'altoparlante, le basse frequenze vengono attenuate da capacità in serie e da induttanze in parallelo alla bobina mobile. Le resistenze, essendo aperiodiche, attenuano tutte le frequenze audio. Il calcolo dei filtri d'incrocio si fa ricordando le formule della reattanza induttiva ($X_L = \omega L = 2\pi fL$) e capacitiva

$$(X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}).$$

La frequenza d'incrocio è quella per la quale teoricamente finisce una sottogamma e comincia la successiva. I valori dei componenti sono inversamente proporzionali alla frequenza; allora se si sono calcolati i valori di L e C per 500 Hz e si vuole un altro incrocio a 1 kHz basta dividere i valori precedenti di L e C per 2. Se si volesse un incrocio a 250 Hz, basterebbe moltiplicare i primi valori di L e C per 2. In fig. 141 sono riportati 8 eesmpi di filtri d'incrocio con varie attenuazioni (6 dB/ottava, 12 dB/ottava) calcolati per un altoparlante d'impedenza 15 Ω. Se le impedenze sono diverse di 15 Ω (per es. doppio o metà) si procede così:

a) circuito 30 Ω, dividere tutti i C per 2 e moltiplicare tutte le L per 2;
b) circuito 7,5 Ω, moltiplicare tutti i C per 2 e dividere tutte le L per 2.
Avete già subdorato che raddoppiando il valore dell'impedenza, bisogna raddoppiare le induttanze L e dimezzare le capacità C. Se invece vi punge vaghezza di dimezzare la frequenza, dovete dimezzare le induttanze e raddoppiare le capacità. Voglio mettervi in carrozza con esempi numerici. Consideriamo i circuiti di fig. 141 d) e f) calcolati per 15 Ω e la frequenza d'incrocio di 1 kHz, e vogliamo trovare i valori di L e C corrispondenti all'incrocio a 400 Hz e per le impedenze 3; 7,5 e 15 Ω (che raffinatezza di malvagità! Variare insieme impedenze e frequenza, un colmo di perfidia).

Ecco i risultati:

Impedenze (Ω) C (μF) L (mH)		Impedenza (Ω) C (μF) L (mH)	*Circuito d)* frequenza 400 Hz *Circuito f*
3	7,5	15	frequenza 400 Hz
120	60	30	
1,5	3	6	
3	7,5	15	
64	32	16	
2	4	8	

Tutti i circuiti (meno uno) di fig. 141 sono calcolati per l'impedenza di carico 15 Ω e la frequenza d'incrocio di 1 kHz. Fa eccezione il circuito h) a 3 altoparlanti a 2 incroci, 800 Hz e 5 kHz, contente due regolatori di volume. Stop. E' pronta la barella?

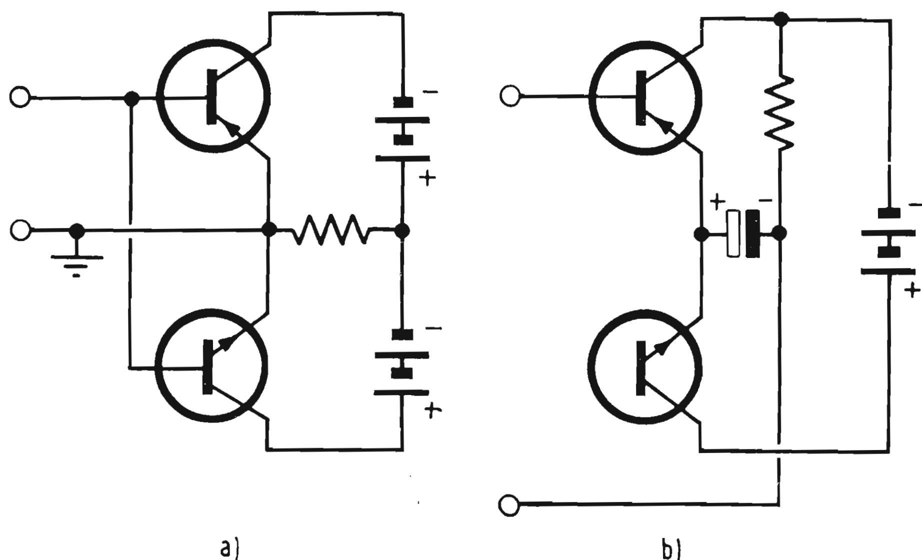


Fig. 146 - Amplificatore controfase a simmetria complementare in configurazione « boot-strap » cioè a emettitore caricato.

6. L'amplificatore a simmetria complementare l'amplificatore « single ended »

6° LAUREANDO - So che l'istigazione al suicidio è proibita dalla legge, ma sfido volentieri la galera pur di vederla spararsi. Ecco la domanda del trapasso: come è fatto un amplificatore a simmetria complementare?

DOCENTE - Se la spaventa una sciocchezzuola così modesta, mi dia ascolto: si spari d'urgenza.

Dato che i transistori a giunzione possono essere di tipo p-n-p e di

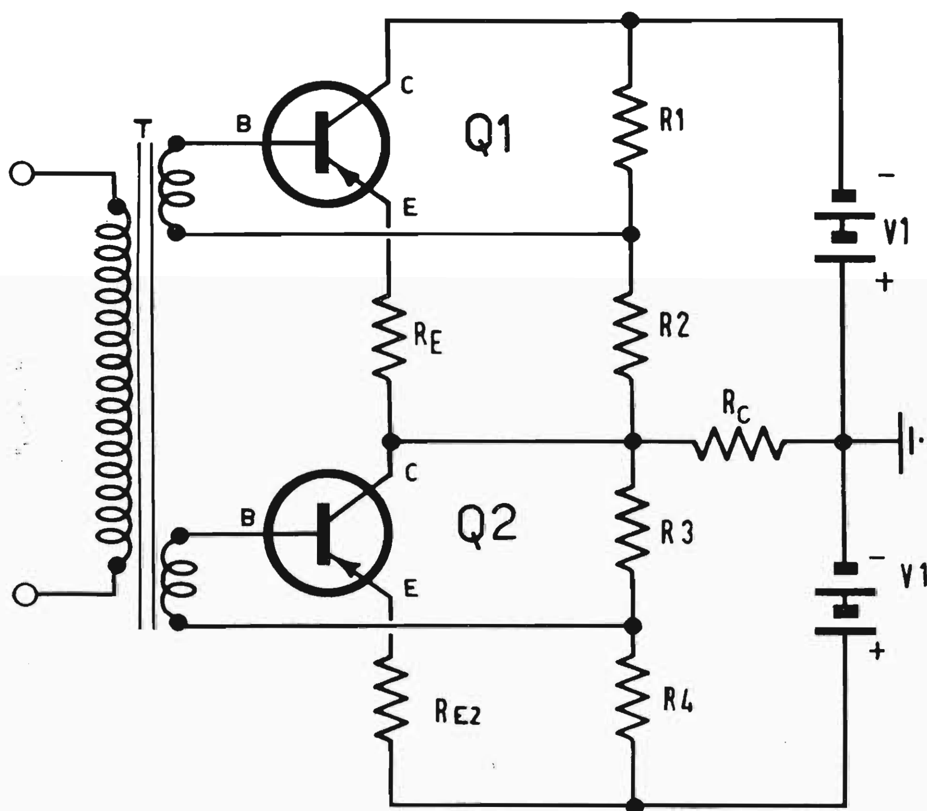


Fig. 147 - Amplificatore in classe B a terminazione singola.

tipo n-p-n, possono essere usati in circuiti a simmetria complementare, cioè con un transistore p-n-p e uno n-p-n, per usufruire di tutti i vantaggi degli amplificatori in controfase convenzionali e di quelli conseguenti all'accoppiamento diretto. In fig. 142 le frecce indicano la direzione dei flussi delle correnti elettroniche nei conduttori terminali dei transistori p-n-p e n-p-n. Se si connettono questi due transistori in un unico stadio, come in fig. 143 il percorso della corrente elettronica nel circuito di uscita si chiude attraverso i circuiti emettitore-collettore dei transistori.
In pratica, non passa corrente attraverso la resistenza di carico Rc, perciò la bobina mobile di un altoparlante può essere connessa direttamente al posto di Rc, senza bisogno di trasformatore di uscita e senza apprezzabile distorsione del cono dell'altoparlante. Le figg. 144, 145 e 146 rappresentano gli schemi fondamentali degli amplificatori in controfase a simmetria complementare nelle configurazioni a collettore comune, a emettitore comune e « bootstrap » a emettitore caricato. Ciascuna di queste tre ultime figure presenta in a) il circuito normale con 2 batterie (oppure con una batteria a presa centrale); in b) il circuito con una sola batteria e senza presa centrale. A quando la detonazione? Stop.

6° LAUREANDO CADAVERICO - Non prima che lei mi abbia detto com'è fatto un amplificatore « single-ended ». Coraggio, rivolga l'arma verso la sua tempia e prema il grilletto!

DOCENTE - Neanche per sogno. Osservi piuttosto la fig. 147, che ha la faccia di un amplificatore in classe B a uscita singola (single-ended = a terminazione unica). Gli avvolgimenti secondari del trasformatore pilota T sono fasati in modo che un segnale negativo applicato fra la base e l'emettitore del transistore Q1, si accompagna ad un segnale positivo dalla base all'emettitore dell'altro transistore (Q2). Se alla base di Q1 si applica un segnale negativo, Q1 diviene conduttivo. Questa corrente deve passare attraverso il carico, perché il segnale positivo associato applicato alla base di Q2, interdice (cioè blocca) Q2. Quando o invertono le polarità dei segnali, Q1 si blocca, mentre Q2 conduce. I partitori resistivi R1-R2 e R3-R4 forniscono una polarizzazione in c.c., che mantiene i transistori leggermente al disopra dell'interdizione, in assenza di segnale e così la distorsione incrociata risulta minimizzata. I resistori di emettitore RE1 e RE2 servono a compensare le differenze fra le caratteristiche dei transistori e gli effetti delle variazioni della temperatura ambiente. Gli avvolgimenti secondari di un trasformatore pilota per classe B devono essere bifilari (cioè avvolti insieme, non uno sopra l'altro) per ottenere un accoppiamento più

stretto e quindi rendere minima l'induttanza dispersa. Se non si fa così, possono subentrare oscillazioni parassite nella regione d'incrocio, in seguito all'energia immagazzinata nell'induttanza di fuga (che è poi ancora quella dispersa, con un altro vestito). Stop.

7. Il dBm

7° LAUREANDO - Senza preamboli, che cosa sono i dBm?
DOCENTE - La potenza di un segnale espressa in decibel, assumendo 1 milliwatt come livello di riferimento. Così, la potenza di 100 mW corrisponde a 20 dBm. Stop.

8. Il fattore di smorzamento di un amplificatore

8° LAUREANDO - Come sopra circa le predisposizioni. Che cos'è il fattore di smorzamento di un amplificatore?
DOCENTE - E' il rapporto fra l'impedenza nominale di carico e l'impedenza interna di un amplificatore. Con un altoparlante di 8 Ω, ad es. ed un amplificatore avente la impedenza di 1 Ω (conseguibile solo con un forte tasso di controreazione), il fattore di smorzamento è 8, ma poiché l'impedenza dell'altoparlante varia con la frequenza, anche il fattore di smorzamento è soggetto a variazioni. Se il fattore di smorzamento dell'amplificatore è alto (cioè la sua impedenza interna è bassa) vengono assorbite (smorzate) le risonanze dell'altoparlante. Si tenga presente, che la resistenza c.c. della bobina mobile è in serie con l'uscita dell'amplificatore, quindi è da scemi sforzarsi ad abbassare l'impedenza interna dell'amplificatore, perché sotto un certo limite le cose non migliorano più. Così se la resistenza c.c. della bobina mobile è di 10 Ω, c'è gusto ad abbassare la resistenza interna dell'amplificatore fino a 1 Ω ottenendo la resistenza di uscita $10+1 = 11$ Ω, ma scendendo per es. a 0,5 Ω la risultante è $10+0{,}5 = 10{,}5$ Ω che praticamente coincide col precedente valore 11 Ω. In questo caso, il fattore di smorzamento dell'amplificatore è $\frac{10}{1} = 10$, concludendo che non c'è più convenienza ad aumentare il fattore di sforzamento oltre il valore 10, perché l'altoparlante non risentirebbe di tale aumento e non si ricaverebbe alcun beneficio. Stop.

9. Il « Random noise »

9° LAUREANDO - Che cos'è il « random noise »?
DOCENTE - E' un disturbo costituito da suoni casuali composti da molte frequenze, che non stanno in relazione armonica come nei suoni musicali. Gli effetti dei disturbi non servono a giudicare la qualità della riproduzione sonora, perché mascherano la distorsione. All'inizio, le prove pubbliche dei dischi stereo si facevano con dischi registrati più con rumori e altri disturbi che con la musica, per classificare la qualità dei riproduttori ad un livello molto severo, creando condizioni tali da metterli fuori servizio. Il livello dei disturbi è il valore dei disturbi espresso in dB rispetto ad un livello di riferimento prefissato, generalmente 2.10^{-4} dine/cm^2. I rumori di fondo superiori a 50 dB impediscono l'intelliggibilità del parlato e distruggono il piacere dell'ascolto musicale.

Ecco i livelli medi di rumorosità di alcuni ambienti:

locale molto tranquillo o studio di registrazione	30 dB
locale medio di abitazione	35 dB
ufficio in piena attività	50 dB
Ristoranti	60 dB
Fabbrica media	75 dB
Stabilimento di tessitura	90 dB
Pieno d'orchestra	120 dB

Stop.

10. Il « roll-off »

10° LAUREANDO - Che cos'è la frequenza di « roll off »?
DOCENTE - Questo termine si riferisce alla frequenza per la quale un equalizzatore o un controllo di tono comincia a lavorare, quindi alla velocità di attenuazione, che può essere 6 dB/ottava o maggiore. La frequenza di « roll off » si valuta generalmente nel punto dove la risposta è ridotta di 3 dB (ossia a 0,707 del valore centrale non attenuato). Stop.
Mentre una selva di mani s'innalza per chiedere la parola, l'altoparlante annuncia la fine della lezione e del Corso di Hi-Fi stereo. Come sempre, gli uditori discenti fanno grande strepito e battendo come

ossessi i piedi in terra e le mani dove capita, fra urla selvaggi, bestemmie atroci e suon di « man-con-elle » (si tratta di strumenti musicali molto usati nel 1300, specialmente nelle bolge più quotate dell'inferno) manifestano il loro disappunto per la brutale cesura del « Corso » (non si tratta di Napoleone), proprio adesso che cominciavano a scaltrirsi nell'alta fedeltà, dopo aver capito un'acca per tutte le 15 lezioni precedenti. Al che, il Professore, con l'ausilio di un formidabile impianto sonoro omnidirezionale, replica e rappacifica gli animi exagitati con le seguenti dolcissime parole:

DOCENTE - Anime prave! Un rogo possa divorarvi tutti quanti!

Vista la distensione prodotta negli uditori dal suo seducente garbo, prosegue in tono familiare e conciliante.

DOCENTE - Il corso Hi-Fi è finito. Se qualcuno di voi sarà così fesso da rivolgersi a me in futuro nella pazzesca illusione di ricavarne qualche spiegazione, lo faccia pure, ma, sia ben inteso, che uscirà dal colloquio con le idee molto più confuse di quando vi è entrato. Comunque sarò sempre a vostra disposizione per qualunque stereoboiata multitracce vi salti in testa, ammesso che ne abbiate una. Scrivete al (Piede) libero Docente via Monte Generoso 6/a - Milano.

La rotativa ha cessato or ora di eruttare i papiri delle vostre lauree in Hi-Fi stereo, che vi saranno tosto distribuiti gratis tra non guari. Essi saranno validi anche per i vostri dirimpettai e chiunque ne subisca il contagio per semplice tatto. « More italicarum Universitatum », le votazioni più alte saranno riservate ai più encefalicamente diseredati, per compensarli umanitariamente della carenza del ben dell'intelletto. Ma ecco che arrivano grosse biche e potenti acervi di bottiglie di Champagne, Whisky, vodke, birre ed altre alcolicissime bevande accompagnate ad un'interminabile teoria di torte, pasticcini, gelati. E dire che c'è chi va bestemmiando che la vita è amara!

Ecco, sta per entrare il Carroccio con Alberto da Giussano, che scarica gli attestati di laurea e li butta a piene mani, come fossero gigli di virgiliana memoria. Mangiate, bevete, ubriacatevi e rallegratevi che sono ubriachi anche gli istitutori del Corso, altrimenti le lauree ve le potreste sognare.

Trionfo del sapere! Tripudio dell'amore! L'acque iridescenti raddoppiano gli ardori di faci ognor fulgenti. Viva l'alta fedeltà stereofonica!

Coro degli uditori laureati:

« Pieni voti senza esami, baci in fronte ben sonanti;
Folto il crine con l'alloro, è intrecciato a tutti quanti! »

DOCENTE - Al veder tanti dottori, mi si rizza in fronte il crine, irchi, becchi, capri e buoi, della scienza è questo il fine! »

Finito di stampare presso la
TIPOGRAFIA EDIZIONI TECNICHE - MILANO
Via Baldo degli Ubaldi 6 - Telefono 36.77.88





€ 5,20